Ueber

den Heilungsprozess

nach

Resection und Exstirpation der Knochen.



Von

Dr. Albrecht Wagner.

Privatdocenten an der K. Universität und erstem Assistenzarzte an der chirurgisch-augenärztlichen Universitäts-Klinik zu Berlin.

Mit vier Kupfertafeln.

Berlin, 1853.

Verlag von August Hirschwald.

69 Unter d. Linden, Ecke der Schadowstr.

Seinem Lehrer

Herrn B. Langenbeck

widmet dieses Buch

in

Verehrung und Dankbarkeit

der

Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

EINLEITUNG.

Die Resection der Knochen kann ihre Vorzüge vor anderen Operationen, welche früher an ihrer Stelle gemacht wurden, dadurch behaupten, dass sie das Leben des Kranken weniger gefährdet als jene operativen Eingriffe, dass sie die kranken Knochen allein entfernt, und damit einen Heilungsprozess einleitet, welcher einen Theil des menschlichen Körpers erhält, demselben seine Gebrauchsfähigkeit mehr oder weniger vollständig wiedergiebt, während er durch andere Operationen für die Beseitigung des Uebels und die Erhaltung des Lebens geopfert sein würde. Dem gegenüber können zu der Beurtheilung des Werthes der Resectionen die Schwierigkeiten bei ihrer Ausführung, sofern sie nicht anatomischer Verhältnisse wegen unüberwindbar sind, die Länge der Zeit, welche die Heilung nach der Operation in Anspruch nimmt, gar nicht, oder nur untergeordnet, und unter besonderen Umständen in Betracht kommen. Besitzen aber die Resectionen in Wahrheit jene Vorzüge, oder was leisten sie und welchen Platz muss man ihnen darnach einräumen? Das ist die Frage welche zwar bis auf einen gewissen Punkt beantwortet ist, deren vollständige Entscheidung aber noch bevorsteht.

Nachdem die Resection der Knochen gegen Ende des 18ten Jahrhunderts von White und Park in die Reihe der chirurgischen Operationen eingeführt worden war, zählte sie während mehrerer Decennien eine geringe Anzahl von Anhängern, aber auch wenig Gegner, sie blieb fast unbeachtet. Unserm Jahrhundert war es vorbehalten, über das Bürgerrecht der Resectionen unter den operativen Heilverfahren abzuurtheilen. Die Zahl ihrer Vorkämpfer wuchs schon in den ersten Decennien dieses Jahrhunderts mit der Zahl der Gegner. Die Hauptpunkte auf welche die Beobachtung zur Entscheidung des Kampfes sich concentriren musste, waren: das Mortalitäts-Verhältniss nach der Resection in Vergleich zu andern Operationen, die Möglichkeit und Sicherheit der vollständigen Entfernung der kranken Knochen, und vor Allem die Gewissheit der Erhaltung des Gliedes und der Grad seiner Funktions-Fähigkeit nach der Heilung. Als sich darnach die Wage allmählig zu Gunsten der Resection neigte und durch die anwachsende Reihe ihrer Anhänger die Operation über das ganze Skelett sowohl in der Continuität, als in der Contiguität der Knochen ausgedehnt wurde, musste die Beobachtung sich neben jenen allgemeinen Gesichtspunkten auf die Verschiedenheit richten, welche nach den Knochen, an welchen die Operation gemacht wurde, nach der Entfernung von Knochenstücken aus der Continuität oder Contiguität, nach der Ausdehnung, in welcher die Resection ausgeführt wurde, statt hatten. Auch hier sprachen die Resultate vielfach zu Gunsten der Resection. Bald kam es nicht mehr darauf an, die Resectionen unter den chirurgischen Operationen anzuerkennen, sie hatten sich diese Anerkennung unzweifelhaft errungen und sie wurden als einer der schönsten Fortschritte der operativen Chirurgie begrüsst; bald kam es vielmehr darauf an, und das ist noch die heutige Aufgabe, der Operation die Grenzen ihrer Anwendbarkeit zu ziehen und sie vor der Gefahr zu schützen, dass sie nicht in Missachtung komme, weil man von derselben Erfolge forderte, zu deren Erwartung sie niemals berechtigen wollte, welche sie niemals liefern kann. Diese Aufgabe muss nothwendig Hand in Hand gehen mit dem Bestreben die Operation in jeder Beziehung zu vervollkommnen, das Gebiet in

möglichster Ausdehnung und möglichster Tiefe zu ergründen und auszubeuten, welches sie beherrschen kann.

Auffallend ist es, dass während die Schätze chirurgischer Kenntnisse und Erfahrungen für die Diagnose, das Studium der Anatomie für die Vervollkommnung der Operationsmethoden, die Beobachtungen am Krankenbette für die Nachbehandlung, alle diese Hülfsquellen für die Feststellung der Indikationen zur Resection ausgebeutet wurden, dass man da den Heilungsprozess nach der Operation sehr wenig berücksichtigt hat. Und doch müssen aus einer getreuen Beobachtung und genauen Kenntniss desselben ohne Zweifel sichere Anhaltspunkte für die Vervollkommnung der Operation nach verschiedenen Richtungen, für die Entscheidung der Frage nach dem Werthe derselben fliessen.

Es giebt zwei Wege, auf welchen man Nutzen aus dieser Quelle schöpfen kann. Der eine ist der der klinischen Beobachtung des Heilprozesses und diesen ist man schon vielfältig gegangen, ohne die Früchte zu erndten, welche auf demselben zu gewinnen sind. Die Beobachtungen, welche wir über den Verlauf der Erscheinungen nach der Operation aufgezeichnet finden, sind meistens so wenig genau, dass sie auf den Prozess der Heilung keinen Schluss erlauben, zum Theil scheint aus denselben ein sicherer Schluss niemals resultiren zu können. Mehr noch müssen wir aber erstaunen über die Ungenauigkeit der Angaben, wenn es sich um den Erfolg der Operation und namentlich um die Funktions-Fähigkeit des operirten Theiles handelt. Abgesehen von der Bemerkung, dass bei Resectionen in der Contiguität eine vollständige Anchylose sich gebildet habe, dass bei Resectionen in der Continuität die Festigkeit des Knochens wieder hergestellt oder ein falsches Gelenk entstanden sei, kann von den Berichten fast nichts für die Erforschung des Heilprozesses nützen und selbst da, wo wir eine solche Bemerkung finden, erfahren wir kaum etwas über den Zustand der ausser den Knochen bei der Resection betheiligten Gewebe, nichts über die Ausdehnung der ligamentösen Verbindungen zwischen den resecirten Knochenenden, nichts über den Zustand dieser selbst. Es wird dies auch vielleicht nicht früher möglich werden, als bis man den

andern Weg, die anatomische Erforschung des Heilprozesses, eifriger verfolgt hat. Daraus werden sich vielleicht Anhaltspunkte für eine genaue und erspriessliche Untersuchung am Lebenden gewinnen lassen, auf diesem Wege wird man dazu gelangen, die Mittelglieder der Kette zu finden, deren Endpunkte man während der Operation und bei der Untersuchung des Geheilten in der Hand hält.

Der Weg anatomischer Erforschung des Heilprozesses nach den Knochenresectionen führt auf zwei Richtungen. Am sichersten gelangt man zum Ziele, wenn man an der Leiche die Theile, an welchen die Resection ausgeführt ist, aus den verschiedensten Zeiten nach der Operation untersucht. Es spricht fast für die Resection, dass so wenig Material, leider noch weniger Ausbeute gewonnen ist. Man könnte mit einiger Kühnheit annehmen, dass der tödtliche Ausgang nach der Resection ein seltener, dass noch weniger häufig die Nothwendigkeit der nachträglichen Amputation eingetreten sei. Am seltensten ist man dazu gekommen Leichen von Menschen zu untersuchen, welche durch die Resection geheilt, noch längere Zeit gelebt hatten.

Aber auch in den Fällen wo sich die Gelegenheit bot, in kürzerer Zeit nach der Operation zu untersuchen, ist dies nicht häufig geschehen. Hat man aber untersucht, so hatte man meist die Produkte eines abnormen Vorganges, nicht die Norm des Heilungsprozesses vor sich und für die Kenntniss dieser liess sich Nichts gewinnen. Die andere Methode besteht in den Experimenten an Thieren. Sie geben die Möglichkeit an die Hand, in allen Stadien den Heilungsprozess zu verfolgen, sie geben meist Resultate, welche von der Norm des Vorganges nicht abweichen. Man muss sich aber hüten, von dem, was man an Thieren beobachtet, direkte Schlüsse auf die Erscheinungen bei den Menschen zu machen. So würde, wenn man nur an Kaninchen operirte, das Mortalitätsverhältniss für die Resectionen sich sehr ungünstig stellen; denn ungefähr die Hälfte der von mir operirten Kaninchen starben. Man müsste annehmen, dass sich in den meisten Fällen nach einer Resectio capitis humeri eine Entzündung der Pleura, des Pericardium oder der Lungen entwickle, wie ich

dies an Kaninchen erfahren habe. Andere haben Aehnliches beobachtet, und Steinlin liess sich in der That zu dem Schlusse verleiten, dass die Resectionen in der Contiguität durchaus nicht im Stande seien, die Exartikulationen und Amputationen zu verdrängen, ist aber jetzt von dieser Ansicht zurückgekommen. Man darf weiter nicht vergessen, wie mangelhaft die Nachbehandlung nach den Operationen an Thieren nur sein kann, wie lohnend und wichtig die grösste Sorgfalt bei denselben aber ist. Es giebt dieser Umstand bei den Resectionen an Thieren eine viel bedeutendere Differenz als bei den Experimenten über die Heilung der Knochenbrüche; und schon da ist dieselbe nicht ohne Bedeutung. Welche Irrthümer aus dieser Quelle entstanden sind, die lange geherrscht haben, hat erst in jüngster Zeit Voetsch [1]) nachgewiesen.

Die Irrwege in welche uns die Benutzung der verschiedenen Hülfsmittel anatomischer Erforschung des Heilungsprozesses nach Knochen-Resectionen führen können, verschliessen sich aber gegenseitig. Durch die Unterschiede, welche die Beobachtungen an der Leiche und die Experimente an Thieren liefern, werden wir das Wesentliche von dem Unwesentlichen, das Normale von dem Regelwidrigen sondern lernen; sie werden uns in anderen Fällen auf die Ursachen führen, von denen sie abhängig sind. Wir werden endlich die klare Anschauung des Prozesses und neben ihr zahlreiche Winke finden, welche uns lehren, den Prozess zum Besten des Kranken zu leiten.

Ich habe in den folgenden Blättern versucht, mit möglichst vollständiger Benutzung der vorhandenen anatomischen Untersuchungen an Leichen und an Thieren und durch neue Experimente an Letzteren etwas zur Aufklärung des Heilungsprozesses nach den Resectionen der Knochen beizutragen. Je länger ich untersuchte, desto klarer ist es mir geworden, wie weit ich noch davon entfernt bin, eine vollständige Theorie des Prozesses aufstellen zu können, aber ich hoffe Einiges für dieselbe liefern und durch Herbeischaffung neuen Materials für den Aufbau einer der Wahrheit getreuen Theorie in etwas genützt zu haben.

---

[1]) Die Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem. Heidelberg 1847.

Die grössten Verschiedenheiten des Heilungsprozesses zeigen sich, je nachdem die Resection in der Contiguität oder in der Continuität des Knochens ausgeführt worden ist, d. h. je nachdem man die Diaphyse oder die Epiphyse des Knochens resecirt hat. Die Eintheilung danach wird in der Folge beibehalten werden und Einiges über den Heilungsprozess nach Exstirpationen der Knochen sich daran anschliessen.

I.

Anatomische Untersuchungen an menschlichen Leichen.

1. Resection in der Contiguität.

a. Resection des Oberarmkopfes.

Von Sectionsbefunden an Menschen, welche die Resection des Oberarmkopfes überstanden hatten, finde ich fünf Beispiele. Drei davon gehören Textor [1]) zwei Syme [2]) an. Die Operation war dreimal wegen Caries, einmal wegen comminutiver, einmal wegen complicirter Fraktur gemacht. Die Patienten hatten die Operation sechs Monate, sechs, zehn, eilf, neunzehn Jahre überlebt. Die Gebrauchsfähigkeit des Armes war bei Allen eine sehr gute gewesen. Bei der einen Patientin von Syme, welche wieder nähen, stricken, waschen konnte und mit dem linken operirten Arm einen vollen Wasserkrug hob, sowie bei einem Patienten von Textor, welcher sein Dachdecker-Handwerk fortsetzte, ist angegeben, dass die Abduction des Armes sehr mangelhaft und in grösserer Ausdehnung nur dann geschehen konnte, wenn die Patienten eine Bewegung machten, als wollten sie den Arm fortschleudern. Gleiches sah ich an mehreren Operirten, namentlich an einem Officier, dem

---

[1]) Hummel. Ueber die Resection im Oberarmgelenk. Würzburg 1832. — Textor. Neuer Chiron. Thl. I. Stck. 1, 3. — Textor. Ueber die Wiedererzeugung der Knochen nach Resectionen bei Menschen. Würzburg 1843. p. 11.

[2]) Syme. Treatise on the Excision of diseased joints. Edinbg. 1831. p. 51. 58. — Contributions to the Pathology of Surgery. Edinbg. 1848. p. 97.

Professor Langenbeck[1]) wegen Zerschmetterung durch einen Schuss das linke caput humeri resecirte und bei welchem die Gebrauchsfähigkeit des Armes so gut war, dass er noch jetzt im preussischen Heere Dienste thut. Bei dem von Textor operirten Dachdecker fand sich 11 Jahre nach der Operation der M. deltoideus auffallend dünn, mit der neu gebildeten Gelenkkapsel und dem M. infraspinatus fest verwachsen. Wahrscheinlich ist diese nach der Resection in dem Schultergelenk gewöhnlich entstehende Atrophie des M. deltoideus, wie auch Ried angiebt, abhängig von der Durchscheidung der Nerven und Gefässe des Muskels bei der Operation, wenn nicht der ganze Muskel queer durchschnitten worden ist. — Syme fand bei seinen nach sechs Monaten und nach zehn Jahren gestorbenen Kranken das abgerundete Ende des Humerus durch festes ligamentöses Gewebe mit dem Schulterblatt verbunden; nur Textor giebt in zwei Fällen, sechs und eilf Jahre nach der Operation, ausdrücklich Knochenneubildung an, welche in dem ersten Falle sich als ein langer nach oben gerichteter griffelähnlicher Fortsatz, dem Proc. styloideus ulnae gleichend zeigte, in dem zweiten Falle als eine etwa 1¼ Zoll lange unebene höckrige Masse das obere Ende des Humerus bedeckte. Von den Erhabenheiten derselben diente eine zur Insertion des langen Kopfes des M. biceps, dessen Sehne also getrennt sein musste, eine zweite kleine zur Artikulation mit einer kleinen überknorpelten eingedrückten Stelle der Cavitas glenoidea scapulae. Bei dem Dachdecker und einer 19 Jahre nach der Operation verstorbenen Kranken fand Textor einen dicken faserknorpelartigen (?), einmal deutlich beweglichen Meniscus zwischen der neugebildeten Knochenmasse und der Cavitas glenoidea. Derselbe war in dem letzteren Falle durch vielfache Bänder mit dem Acromion, dem Proc. coracoideus, den Mm. subclavius und pectoralis und dem Humerus verbunden. In dem ersten Falle, in welchem sich allein unter den fünf Fällen eine neue Gelenkkapsel gebildet zu haben scheint, hing er mit dieser zusammen. Die Gelenkkapsel zeigte sich in Verbindung mit einem eigenthümlichen faserartigen Gewebe etwa längs des oberen Viertheils des Humerus. Es umschloss den Knochen fest und hing

---

[1]) Petruschky. Diss. de Resect. articulor. extremit. sup. Berol. 1851. p. 31.

mit allen Theilen in der Umgegend des Gelenks, namentlich mit der Innenfläche des M. deltoideus, und an der Stelle der Narbe mit der Haut innig zusammen. Die innere Fläche des Gewebes war uneben, schwer von dem Knochen zu trennen. Unmittelbar um das Gelenk war das Gewebe viel härter als sonst, faserknorpelartig. Der Meniscus bestand aus demselben Gewebe, war nur in der Verknorpelung (?) weiter vorgeschritten. Man kann schon hiernach den sogenannten Meniscus nur als einen dicken fibrösen Ueberzug des Resectionsendes des Knochens betrachten, ihn aber nicht in die Reihe der Interartikularknorpel stellen. Wie das mit demselben in Verbindung stehende Gewebe zu deuten sei, wird später gezeigt werden. Textor hält für die Entstehung des sogenannten Meniscus den Umstand von Wichtigkeit, dass die beiden Operirten, bei welchen sich der Meniscus fand, ihre Arme weit mehr zu brauchen veranlasst waren, als der dritte, welcher als Schneider vorzüglich nur den Vorderarm anstrengte. Vielleicht kommt auch in Betracht, dass die beiden ersten Patienten die Operation 11 und 19 Jahre, der dritte sie nur 6 Jahre überlebte.

Anchylosen nach Resectionen im Schultergelenk sind bis jetzt nicht beobachtet worden.

b. Resection des Ellbogengelenks.

Die Fälle in welchen Arme, an denen die Resection des Ellbogengelenks gemacht worden, nach längerer Zeit zur Untersuchung kamen, sind nicht zahlreicher als die eben Beschriebenen; sie haben aber ein mehr übereinstimmendes Resultat gehabt. Ich finde deren sechs; zwei davon gehören Syme an [1]), welcher einmal, als der Patient die wegen Caries unternommene Operation nur 36 Tage überlebte und an Pleuropneumonie neben bedeutender Abscessbildung in der Lendengegend zu Grunde ging, unter der zum grössten Theil geheilten Wunde die resecirten Knochenenden cariös fand und also die kranken Knochen wahrscheinlich nicht vollständig entfernt hatte. In dem anderen Falle musste wegen Caries, welche am Handgelenk des operirten Armes ausbrach, 10 Monate nach der Resection die Amputation des Oberarms ge-

---

[1]) Treatise on the excision of diseased joints. Edinbg. 1831. p. 91. 105.

macht werden. Bis zum Wiederausbruch der Caries hatte die Kranke ihren Arm fast so gut wie den gesunden gebrauchen können und sich namentlich mit Stickerei beschäftigt. Die Durchschneidung des N. ulnaris bei der Resection hatte ein Gefühl von Kälte und Taubheit längs der Ulnarseite der Hand zur Folge gehabt, welches jedoch nach einigen Woehen vollständig verschwunden war. Der dritte von Heyfelder [1]) aufgezeichnete Fall kam ebenfalls durch die nachfolgende Amputation des Oberarms zur Beobachtung. Die Resection war wegen Caries mit spitzwinkliger falscher Anchylose des Gelenks gemacht worden. Nach 4 Wochen war die Wunde vernarbt und alle Bewegungen des Vorderarms und der Hand gingen mit grösster Leichtigkeit von Statten. Schmerzhaftigkeit im Gelenke dauerte jedoch fort, zweimal bildeten sich Abscesse an der vorderen Gegend desselben und 1½ Jahr nach der Resection hing der Vorderarm ohne alle willkürliche Bewegung am Körper herab. Nur unter Schmerz konnten die Finger etwas bewegt werden, worauf bald convulsivisches Zittern eintrat. Zwischen den Knochen des Vorderarmes befand sich ein Zwischenraum von ⅓ Zoll. Die Reseetionsenden waren aufgetrieben und wie die Diaphyse des Humerus schmerzhaft. Die Muskeln waren schlaff, der Radialpuls deutlich zu fühlen. In diesem Zustande kam es 3 Jahre nach der Resection zur Amputation.

Die drei übrigen Fälle gehören Roux [2]), Thore [3]) und Textor [4]) an und geben Untersuchungen an Operirten, welche 4½ Monat, 3½ und 6 Jahre die Operation überlebt hatten.

Textor ist der Einzige, welcher nach „vorläufiger" Untersuchung des operirten Armes Knochenneubildung ausdrücklich und zwar in dem Grade angiebt, dass eine vollständige neue Articulation der Knochenenden auf einander statt hatte. Er fand „eine ¼ Zoll betragende Verlängerung der Ulna, auf welcher sich der Radius, wie im natürlichen Zustande bewegte, und die Trochlea

[1]) Amputation eines vor 3 Jahren im Ellbogengelenk reseeirten Armes. Baier. Corresp.-Blatt 1843. No. 45. Schmidt Jahrbücher 1847. 5. Suppl.-Bd.

[2]) Diction des sciences méd. Art. Resect. Tom. 47. p. 548.

[3]) Thore, A. M., de la résection du coude et d'un nouveau procédé pour la pratiquer. Paris 1843. Schmidt Jahrb. 1844. p. 123.

[4]) Ueber die Wiedererzeugung etc. p. 13.

humeri erschien so vollkommen, als ob nichts von ihr fortgenommen wäre."

Alle Uebrigen geben nur eine Abrundung der Knochen und eine Verbindung derselben durch festes fibröses Gewebe an, welches die Knochenden auch zum Theil überzog. Nach der Abbildung, welche Syme giebt, weiss man nicht, ob es fibröses Gewebe, ob neugebildete Knochenmasse ist, welche das untere Ende des Humerus überzieht. Es scheint fast das Letztere zu sein, da auf den Enden der Ulna und des Radius auch einzelne Stellen neuer Knochenmasse in derselben Weise angedeutet scheinen.

Roux fand das untere Ende des Humerus abgerundet, glatt und wie incrustirt (encroutée) von einem Knorpel. Das obere Ende der Ulna befand sich in demselben Zustande. An dem oberen Ende des Radius war eine cariöse Stelle, welche einem Fistelkanal der Weichtheile entsprach. Zur Bildung einer neuen Gelenkkapsel war es in keinem Falle gekommen.

Die Muskeln des Oberarmes waren in dem Falle von Heyfelder atrophisch; in denselben, wie in dem Unterhautbindegewebe zeigte sich eine bedeutende Fettablagerung. Sämmtliche Muskeln ausser dem M. triceps hatten ihre normalen Insertionspunkte; ob dieselben bei der Resection stehen geblieben waren, ist durch die Bemerkung, dass der resecirte Knochentheil nicht gross war, nicht zu entscheiden. Der M. triceps setzte sich in dem von Syme beschriebenen Falle an die hintere Fläche des neugebildeten ligamentösen Gewebes an, und hing durch dieses mit dem oberen Ende der Ulna zusammen. In dem Falle von Textor, in welchem die Streckung und Beugung des Armes eine ganz vollkommene gewesen war, war der M. triceps mit der Hautnarbe fest verwachsen, ohne sich gegen die Ulna hin fortzusetzen.

Heyfelder fand den N. medianus und den N. radialis in normaler Lage. Der N. ulnaris machte an der Stelle, wo er an der hintern Seite des Condylus internus herabläuft, eine eigenthümliche Krümmung. Die Nerven waren aufgelockerter, ungleich dicker und weicher, als im normalen Zustande; fast wie Zellgewebsstränge. Zwischen den einzelnen Nervenfasern befanden sich viele Fettkügelchen. In dieser Fettbildung glaubt Heyfelder das wichtigste Moment zu der Bewegungsunfähigkeit fin-

den zu müssen, in welche der Arm in der letzten Zeit gekommen war.

Die Enden des von Syme durchschnittenen N. ulnaris waren in eine oblonge 1 ½ Zoll lange Anschwellung eingekapselt und in derselben übereinander verschoben. Die Substanz dieser Anschwellung war gräulich, ausserordentlich hart und zähe; sie hing mit der Nervenscheide zusammen und erstreckte sich zwischen die einzelnen Nervenfasern, welche dadurch auseinander gespreizt waren. Die meisten derselben endeten in der Ansehwellung mit einem freien Ende, welches jedoch vielleicht durch die Zergliederung hervorgebracht war. Die übrigen Nervenfasern wurden in der Mitte der Anschwellung breiter, stärker und weisser als sonst. Die oberen und unteren Enden derselben kamen so verändert nahe aneinander und waren endlich durch eine kaum linienbreite flockige Substanz verbunden, welche unter dem Mikroscop aus vielen sich kreuzenden feinen Fasern bestand. Auf Zusatz von concentrirter Salpetersäure färbten sich diese Fasern tiefgelb, wurden fester und trübe. Der Regenerationsprozess des Nerven war sonach eingeleitet. Es scheint dies ein nach Nervendurchschneidung bei Resectionen seltener glücklicher Vorgang zu sein. Ried [1]) glaubt den Grund dieser Seltenheit darin finden zu müssen, dass die durchschnittenen Nervenenden in der Dicke der gebildeten Lappen sich befinden, und selbst bei der sorgfältigsten Vereinigung wohl höchst selten in eine entsprechende Berührung kommen, fast immer über einander verschoben werden. Letzteres war auch hier der Fall. Die Unmöglichkeit der Regeneration, welche Ried durch diese Verschiebung gesetzt sieht, fällt also fort.

Neben dem Ausgange in die Bildung einer biegsamen, mehr oder weniger langen und festen Masse zwischen den resecirten Knochenenden finden wir auch die Heilung mit vollständiger oder unvollständiger Anchylose häufig angegeben. Die unvollständige Anchylose kann abhängig sein von einer äusserst kurzen sehr festen fibrösen Masse, welche den Raum zwischen den resecirten Knochenenden einnimmt; von inniger fester Verwachsung der die Stelle des Gelenks umgebenden Muskeln, durch welche dieselben an freiem

[1]) Die Resectionen der Knochen. Nürnberg 1847.

Spiel gehindert werden. Die vollständige Anchylose kann aber nur durch knöcherne Verlöthung der Knochenenden entstehen und ihr Vorkommen spricht entschieden für reichliche Callusproduction und für eine Annäherung der resecirten Knochen an einander durch Muskelaction. Esmarch[1]) beobachtete unter 40 Fällen von Resection des Ellbogengelenks, von welchen 33 geheilt wurden, 13mal vollständige und unvollständige Anchylose. Die Nachbehandlung hat auf diesen Ausgang der Resection den wichtigsten Einfluss. Die meisten der eben erwähnten Anchylosen kamen bei den Operirten vor, welche nach der Schlacht bei Idstedt in den schleswiger Lazarethen im Ellbogengelenk resecirt und später in dänischen Lazarethen behandelt waren. Die dänischen Aerzte hatten die Operation nie gemacht, und wahrscheinlich ohne Kenntniss des Nutzens zeitiger passiver Bewegungen, dieselben gänzlich vernachlässiget.

c. Resection des untern Endes der Ulna.

Blandin[2]) resecirte bei einem 32jährigen Bäcker wegen Caries das untere Ende der Ulna in der Ausdehnung von 5 Centimeters. Als der Kranke nach 7½ Monat starb, fand sich an der Stelle des entfernten Knochens ein fibröses Gewebe, in welches mehrere Knochenpunkte eingelagert waren. Das Handgelenk hatte seine vollkommene Beweglichkeit behalten. Aus dem Mangel von Verwachsungen zwischen den Gelenkflächen der einzelnen Handwurzelknochen entnimmt Blandin den Beweis, dass er bei der Operation das Gelenk nicht eröffnet habe. (?)

d. Resection im Hüftgelenk.

Anatomische Untersuchungen, welche über die Veränderungen nach Resectionen im Hüftgelenk Aufschluss gäben, fehlen fast ganz. Man darf vielleicht hier her einen in der chirurgischen Klinik zu Jena beobachteten Fall zählen, welchen Ried[3]) mittheilt. Einem 15jährigen Knaben wurde die Epiphyse und der Schenkelhals,

---

[1]) Ueber Resectionen nach Schusswunden. Kiel 1851.

[2]) Journal de Méd. par Champion. Avril 1843.

[3]) l. c. p. 388.

welche sich in Folge von Gelenkeiterung freiwillig abgestossen hatten, durch einen Einschnitt ausgezogen. Nach dem Tode des Patienten, welcher einige Jahre später an Morb. Brightii erfolgte, fand sich ein neues Gelenk, indem an dem Reste des Schenkelhalses zwei rundliche Vorsprünge gebildet waren, deren oberer mit einer knöchernen Hervorragung oberhalb der Gelenkpfanne, deren unterer, unmittelbar vor dem kleinen Trochanter befindliche, mit der ursprünglichen Gelenkhöhle durch festes fibröses Gewebe beweglich verbunden war. Die Bewegungen des Beines waren beschränkt.

Zwei Sectionsberichte nach Resection des obern Endes des Femur sind nach Operationen von Textor [1]) und von White [2]) zu finden.

Der Fall von Textor betrifft einen 54jährigen Mann, der an Caries des Schenkelhalses und des Trochanter maj. litt. Der Schenkelkopf, der Schenkelhals und der Troch. maj. wurden entfernt. 53 Tage nach der Operation ging der Kranke an hektischem Fieber zu Grunde. Die Wunde war bis auf eine kleine Stelle vereinigt. Vom kleinen Trochanter aus über das obere Drittheil des Femur, das sich an seinen Schnitträndern schon abgerundet hatte, war neue Knochenmasse abgelagert. An der obern und innern Seite des Oberschenkels hatte sich eine halsförmige Einschnürung gebildet. Das theilweise von Granulation bedeckte Acetabulum war gesund; an einzelnen Stellen desselben befanden sich ebenfalls geringe Ablagerungen von neuer Knochenmasse, die sich jedoch bei der Maceration des Beckens wieder ablösten. Das obere Ende des Femur stand am hinteren Rande der Pfanne gegen das Hüftbein, so dass sich in letzterem an dieser Stelle ein 1½ Zoll langer, ½ Zoll breiter und 2 Linien tiefer Eindruck gebildet hatte.

White resecirte einem 13 Jahre alten Knaben wegen Caries das obere Ende des Femur grade unter dem Trochanter minor. In einem Jahre war die Heilung so vollkommen, dass der Knabe Flexion, Extension und jede andere Bewegung, die Rotation nach aussen ausgenommen, machen konnte. Er starb 5 oder 12 Jahre

---

[1]) Oppenheimer, Ueber die Resection des Hüftgelenks. Würzburg 1840. p. 45.

[2]) Catalogue of the Pathological specimens contained in the Museum of the Roy. College of Surg. of England. London 1847. Vol. II. p. 230.

nach der Operation; die Angabe darüber ist nicht genau. Man fand das Darmbein und die Reste des Femur dünn und leicht. Das Schenkelbein stand mit seinem oberen Ende gegen den hinteren Theil der Pfanne, und war mit demselben und dem benachbarten Theile des Darmbeines durch ein festes ligamentöses Gewebe verbunden, welches zum Theil den zwischen den Knochen gelagerten Resten der Kapsel anzugehören schien. An dieses Gewebe und den obern Theil des Femur inserirte sich ein Muskel. Weiter giebt die Beschreibung des Präparates nichts.

e. Resection des Kniegelenkes.

Unter den verhältnissmässig wenigen Fällen von Resection im Kniegelenke sind es nur zwei, welche durch die anatomische Untersuchung für die Kenntniss des Heilungsprozesses Ausbeute gegeben. Die nach der Resection im Kniegelenke Geheilten haben theils eine vollständige, theils eine unvollständige Anchylose, theils freie Beweglichkeit an Stelle des Gelenkes davon getragen. Der erste Ausgang scheint der allein günstige zu sein, denn bei den beiden anderen Ausgängen erlangt die Verbindung zwischen den resecirten Knochenflächen auch nach langer Zeit nicht den Grad von Straffheit und Festigkeit, welcher für willkürliche Bewegungen des Unterschenkels im Knie nothwendig ist. Die Patienten forderten bei diesen Ausgängen, wenn die Unbeweglichkeit im Kniegelenk nicht durch eine Maschine hergestellt werden konnte, entweder nach einiger Zeit die Amputation oder sie schleppten ihren Unterschenkel als eine Last mit sich an Krücken fort.

In dem von Wachter [1]) anatomisch untersuchten Falle war es zu einer Verlöthung der resecirten Knochen durch Callusmasse gekommen, letztere aber durch den puerperalen Prozess zum Theil wieder erweicht worden. Die Kranke war 34 Jahr alt, hatte 9 Kinder geboren und war von Caries des Kniegelenks befallen worden. Mulder resecirte deshalb das untere Ende des Femur etwa 2 Zoll oberhalb der Condylen, die Epiphyse der Tibia dicht oberhalb ihrer Verbindung mit der Fibula und entfernte die Pa-

[1]) Dissert. de articulis exstirpandis, inprimis de genu exstirpato in nosocomio chir. academ. Groning. 1810.

tella. Unmittelbar nach der Operation verkleinerte sich der Zwischenraum zwisehen den resecirten Knoehenenden durch Contraktion der Muskeln und der Haut. Dureh eine Maschine wurde das Bein in völliger Extension, die resecirten Knochenenden einander möglichst genähert erhalten. Ziemlich lebhaftes andauerndes Fieber neben einer Reihe von Erscheinungen, welche wahrseheinlich von der nicht bekannten Sehwangerschaft der Kranken abhängig waren, begleitete die Eiterung, unter welcher die Wunde fast vollständig heilte. Einen Monat nach der Operation war die Verbindung zwischen den Knoehenenden schon so fest, dass die Kranke ohne Sehmerzen das Bein gut heben, den Fuss und die Zehen vollkommen gut bewegen konnte. Etwa 4 Woehen später gebar die Kranke unerwarteter Weise Zwillinge. Zwei Tage später war an die Stelle der geringen guten Eiterung in der Wunde eine ausserordentlich profuse Seeretion einer wässrigen mit weissen Flocken gemisehten Flüssigkeit getreten, welehe allmälig sieh verminderte und der Eiterung in der fast ganz wiederaufgebrochenen Wunde Platz maehte. Starker Husten mit reichliehem Auswurf, anhaltende Diarrhoeen ersehöpften die Kräfte der Wöehnerin so, dass sie 3½ Monat naeh der Operation starb. Die Extensoren des Untersehenkels waren an dem operirten Beine etwas kürzer als normal; die Streeksehne hing mit einem neugebildeten knöchernen Fortsatz fest zusammen, weleher über dem unteren Ende des Obersehenkels hervorragte und fast die Form der Kniescheibe hatte. Die Flexoren des Untersehenkels hatten ihre gewöhnliehen Ansatzpunkte an der Tibia. Unter dem neugebildeten knöehernen Fortsatz fand sich zwisehen den Knoehenenden eine kleine mit Eiter gefüllte Höhle. Der Callus, weleher in fester Sehieht die Knoehenenden überzog und mit einander verlöthete, sehien an dem unteren Theile des neugebildeten der Kniescheibe entspreehenden Fortsatzes wieder aufgelöst und corrodirt zu sein. Das obere Ende der Tibia, dieser Stelle entspreehend, sah wie eariös aus. Zu beiden Seiten derselben verlief schräg nach hinten eine ebenso aussehende Furche zwisehen den Knoehenenden und der Callusmasse, durch welche die früher mit einander verlötheten Knochen zum Theil wieder getrennt waren. Das Capitulum fibulae war naeh der Zeiehnung, welche Wachter giebt, zu urtheilen, unverändert.

Die Callusmasse legte sich an dasselbe an. In dem Fussgelenk fand sich etwas Eiter und beginnende Caries der einander entsprechenden Gelenkflächen der Tibia und des Talus.

Einen zweiten von Jäger operirten Fall beschreibt Ried [1]). Wegen Caries wurden an einem 28jährigen Manne vom unteren Ende des Femur ein Zoll vier Linien, die Epiphyse der Tibia in der Ausdehnung von fast einem Zoll bis an das Capitulum fibulae und die Patella entfernt. Die Schnittfläche der Tibia war in ihrer hintern Hälfte etwas schief aufwärts steigend ausgefallen. Die Knochenflächen wurden beständig mit einander in Berührung, das Bein gestreckt erhalten. In der zehnten Woche wurde der erste Versuch das Glied zu heben, und in der fünfzehnten Woche der Versuch zu gehen gemacht. Fünf Wochen später konnte der Operirte mit vollkommen brauchbarem Beine entlassen werden. Femur und Tibia waren durch Callus fest verschmolzen. Das untere Ende des Femur war etwas nach vorn und aussen abgewichen, und die Vorsprünge desselben waren hier deutlich unter der mit dem Knochen fest verwachsenen Hautnarbe zu fühlen, während man die Hervorragungen des hinteren Randes der Tibia in der Kniekehle wahrnehmen konnte. Durch diese Verschiebung war eine unbedeutende Krümmung nach aussen in der Gegend des Knies entstanden. Die Muskeln am Ober- und Unterschenkel waren wenig geschwunden aber schlaff. Die Verkürzung des Gliedes betrug 2 Zoll. Der Geheilte konnte nach Jahresfrist mit einem Zoll hohen Absatz am Stiefel leicht, sicher und anhaltend gehen, Berge, Treppen und Leitern ersteigen, sogar tanzen. Einige Jahre vor seinem Tode stürzte er von einer Leiter und brach sich die Fibula im untern Drittheil. Die Verbindung im Kniegelenk war also hinreichend fest um der Gewalt, welche diesen Bruch hervorbrachte, Widerstand zu leisten. 14 Jahre nach der Operation starb der Patient an Tuberculosis Pulmonum. Ried fand die Hautnarbe mit dem Knochen fest verwachsen, die Streck- und Beuge-Muskeln des Unterschenkels atrophisch, zum Theil in Fett verwandelt. Die Knochenenden des Femur und der Tibia waren unter Verschiebung nach der Queere und dem Umfange durch knöcherne Ver-

[1]) l. c. p. 44.

einigung fest mit einander verwachsen. Das Gelenk zwischen Tibia und Fibula war unverändert; die Residuen des Bruches der Fibula waren noch deutlich aufzufinden.

Das Präparat einer knöchernen Anchylose, welche sich nach einer von Crampton ausgeführten Resection des Kniegelenks gebildet hatte, soll in dem Hunter'schen Museum in London aufbewahrt werden. Ich habe die Beschreibung davon aber nicht auffinden können.

f. Resection der Fibula im Fussgelenk.

Wegen einer auf den äussern Knöchel beschränkten Caries machte Geist[1]) die Resectio fibulae in dem Fussgelenk. Der Kranke war ein durch häufigen Aufenthalt in Gefängnissen geschwächter 28jähriger Maurer von phthisischer Anlage. Die Beweglichkeit im Fussgelenk war ungehindert und das Gelenk von dem cariösen Prozesse frei. Die Sehnen der Mm. peronaei I. und II. wurden bei der Operation durchschnitten. Die nach der Resection entstandene tiefe Wundhöhle wurde mit Charpie gefüllt, die Wundränder darüber mit Heftpflaster vereinigt. Heftige Entzündungs-Erscheinungen in der Umgegend der Wunde schwanden nach örtlicher Antiphlogose. Die Wunde heilte durch Granulationen und war zwischen dem 40. und 50. Tage vernarbt. Am 96. Tage nach der Operation wurde der Kranke entlassen und trat sofort in Arbeit. Der Fuss konnte wie im normalen Zustande adducirt werden; die Abduction war wie die drehenden Bewegungen des Fusses aufgehoben. Die Extension und Flexion war fast so frei als im normalen Zustande; sie ging aber nicht in der Gelenkverbindung der Tibia mit dem Talus, welche anchylosirt schienen, vor sich, sondern wurde durch die Gelenkverbindungen des Talus mit dem Os naviculare und dem Calcaneus vermittelt. Fast drei Jahre nach der Operation starb der Kranke an Lungenschwindsucht.

Tibia und Talus waren anchylosirt; die Kapselligamente des Talus mit dem Os naviculare hatten einen hohen Grad von Schlaffheit und Ausdehnung erreicht und liessen sehr freie Bewegungen

---

[1]) Resectio fibulae in articulatione tibio-tarsea. Baiersch. Corresp.-Blatt. 1843. August. No. 33.

in den betreffenden Gelenken zu. Die Fibula hatte sich ganz der Tibia genähert und war fest und innig mit ihr verbunden. Eine Regeneration des Knochens hatte nicht Statt gefunden, sondern das Periost ging unmittelbar in einen ligamentösen Apparat über, der um den Stumpf der Fibula gleichsam einen blinden Sack bildete und zu den Knochen der Fusswurzel sich begab. Durch diesen neugebildeten Bandapparat wurde die Gefahr der Luxation, welche vorhanden war, sobald die Fusssohle nicht ganz eben aufgesetzt wurde, beseitigt; er widersetzte sich ebenso jeder stärkeren Adduction des Fusses und war durch seine Structur, Stärke und Ausdehnung, sowie durch die Art seiner Anheftung hinreichend, das Gelenk zu schützen und den verloren gegangenen Knöchel zu ersetzen. Von dem Verhalten der durchschnittenen Sehnen der Mm. peronaci ist nichts angegeben.

g. Resection der innern Hälfte des Calcaneus.

Die Regenerationsfähigkeit der kurzen Knochen stellt man allgemein weit unter die der langen oder Röhrenknochen. Was den Unterschied in Bezug auf die Regeneration nach Resectionen in der Contiguität betrifft, so kann er a priori für nicht so bedeutend gehalten werden. Die Epiphysen der Röhrenknochen unterscheiden sich in ihrem anatomischen Bau kaum von den kurzen Knochen; es fehlt ihnen zum Theil selbst das Periost, welches die kurzen Knochen überzieht, und der Unterschied kann sich a priori nur darauf basiren, ob bei der Resection der langen Röhrenknochen die Diaphyse mehr oder weniger von dem operativen Eingriff betroffen wird oder nicht. Dass dieser Schluss a priori richtig sei, lehrt auch die Erfahrung. Die einzige Notiz über eine anatomische Untersuchung nach einer Resection eines kurzen Knochens, welche ich habe auffinden können, giebt nicht ein Resultat, welches wesentlich von dem verschieden wäre, welches wir nach Resection z. B. des unteren Endes der Ulna und der Fibula gefunden haben. Fergusson [1]) fand nämlich an einem Fusse, den er im Tibio-Tarsal-Gelenk exstirpirte, nachdem 7 Jahre früher fast die ganze innere Hälfte des Calcaneus wegen Caries resecirt worden

[1]) Medical. Times. 14. Juni 1851.

war, den Knochen zum Theil regenerirt, zum Theil war an die Stelle des Substanzverlustes eine fibrocartilaginöse Masse getreten. Der Gebrauch des Fusses war ein ganz vollkommener gewesen.

2. Resection in der Continuität.

Die anatomischen Untersuchungen an Menschen, welche noch längere Zeit nach Resectionen in der Continuität gelebt hatten, sind sehr wenig zahlreich. Sie beziehen sich ausschliesslich auf Resectionen der Rippen und auf die Trepanation. Nehmen wir die Untersuchungen an Lebenden zu Hülfe, so gilt von diesen das in der Einleitung Gesagte. Sie lehren uns in den Fällen, in welchen Stücke aus der Continuität der ganzen Dicke der Knochen entfernt wurden, die Herstellung einer neuen knöchernen festen, oder einer nicht knöchernen biegsamen Verbindung mit grösserer oder geringerer Verkürzung des Gliedes.

Die Fälle in welchen zur Extraction von Sequestern bei centraler Nekrose oder zur Entfernung von Knochen, welche von peripherischer oder totaler Nekrose befallen waren, Resectionen in der Continuität der Knochen ausgeführt wurden, können nicht unbedingt herangezogen werden, wenn es sich um die Aufklärung des Heilungsprozesses nach Resectionen handelt. Man hat diese Operationen der Nekrose auch vielfach nicht zu den Resectionen gerechnet. Der Heilungsprozess wird in diesen Fällen nicht allein durch die Operation eingeleitet, mit dem Beginn der Nekrose fällt vielmehr der Anfang des Regenerations-Prozesses zusammen, durch welchen der abgestorbene Knochen wieder ersetzt werden soll. Derselbe eilt seinem Abschlusse zu, sobald die Entfernung des nekrotischen Knochens, sei es durch die Kräfte der Natur, sei es durch die Resection oder sonst auf operativem Wege erfolgt ist. Durch die Operation und die ihr folgende Entzündung wird vielleicht der noch in vollem Gange befindliche Regenerations-Prozess von neuem angefacht. Es kann daher nicht befremden, dass die meisten der wegen Nekrose ausgeführten Resectionen den günstigsten Erfolg durch die Regeneration des resecirten Knochens haben, und dass nach diesen Operationen Knochenneubildung an Knochen eintritt, deren Substanzverluste nach Resectionen anderer

Krankheitsprozesse halber in den seltensten Fällen durch regenerirten Knochen ersetzt werden. Dies gilt namentlich von dem Unterkiefer. Nach Resectionen desselben wegen Zerschmetterungen, wegen Neubildungen u. A. m., ersetzt sich das entfernte Stück meist entweder gar nicht oder durch einen schmalen festen aber biegsamen Strang, während Lesser [1]) etwa 30 Beobachtungen zusammenstellt und Thormann [2]), Virchow [3]) und Geist [4]) in neuerer Zeit gleiche Fälle bekannt gemacht haben, in denen nach theilweiser oder totaler Entfernung des nekrotischen Unterkiefers knöcherner Ersatz desselben zu Stande gekommen ist; während Schulze [5]) sogar die Bildung von Zähnen in dem regenerirten Kiefer beobachtet hat. — Vielleicht kann man diesen Unterschied auch durch den Umstand erklären, dass bei Resection des Unterkiefers aus anderen Ursachen, als wegen Nekrose, das Periost nicht geschont wird, indess bei der Resection wegen Nekrose dasselbe gewöhnlich so verdickt und von dem Knochen abgelöst, mit den übrigen Weichtheilen so fest verwachsen ist, dass es fast leichter wird dasselbe zurückzulassen, als es mit fort zu nehmen. Man kann dies gewiss gelten lassen, sofern man der Beinhaut, wenn nicht die ausschliessliche, so doch die Hauptrolle bei der Regeneration der Knochen einräumt. Ried giebt aus diesem Grunde auch den Rath, bei Resectionen des Unterkiefers wenigstens das hintere Blatt des Periosts zu schonen. Seiner Meinung aber, dass die Schonung des Periosts bei Resectionen an mechanisch verletzten Knochen am leichtesten sei, dass man die Beinhaut an cariösen und entzündeten Knochen gewöhnlich mit denselben festverwachsen finde, kann ich nicht beistimmen. — Alle Momente, welche die Unterschiede zwischen dem Heilungsprozesse nach Resectionen bei Nekrose und dem Heilungsprozesse nach Resectionen der Knochen anderer Krankheiten wegen begründen, gehen aus den Unter-

---

[1]) Fall einer Zerstörung und Absonderung des grössten Theils der Mandibula nebst Regeneration des Knochens. Graefe und Walther. Journ. Bd. 22. p. 554.

[2]) Graefe und Walther Journ. Bd. 30. Hft. 2.

[3]) Regeneration des Unterkiefers nach der Phosphor-Nekrose. Verhandlungen der phys. med. Gesellschaft zu Würzburg. No. 1. 1852.

[4]) Die Regeneration des Unterkiefers nach totalen Nekrose durch Phospordämpfe. Erlangen 1852.

[5]) Walther und Ammon Journ. N. F. Bd. 2. St. 4.

suchungen Trojas [1]) und der Reihe der ihm folgenden Experimentatoren hervor. Neuerdings hat Geist [2]) auf die Regenerationsmembran, welche bei dem nekrotischen Prozesse entstehen und die ausschliessliche Eigenschaft der Knochenneubildung besitzen soll, aufmerksam gemacht. Ich habe dieselbe nach Resectionen an Thieren nicht auffinden können und muss sie daher in die Reihe jener Unterschiede stellen. — Die Differenzen zwischen dem Heilungsprozess nach Operation der Nekrose, zu welchen Resectionen oder Exstirpationen von Knochen ausgeführt werden und dem Heilungsprozess nach Resectionen, welche anderer Uebel wegen indicirt waren, schienen mir an dieser Stelle am passendsten berührt zu werden, wo es um Resectionen in der Continuität sich handelt. Denn die meisten Nekrosen befallen die Diaphysen, die wenigsten die Epiphysen der Knochen. Was von der Nekrose gesagt worden ist, gilt im allgemeinen von allen den Fällen, in welchen durch die Naturkräfte die Lösung des kranken Knochens von den ihn umgebenden Weichtheilen bewirkt worden ist, und der operative Eingriff nur die schliessliche Entfernung des Knochens bewirkt. Der Regenerations-Prozess ist ein weit ergiebigerer als sonst und namentlich in Bezug auf den Knochen tritt die Herstellung des Entfernten häufiger und sicherer ein, als da, wo die Operation allein die Trennung des Erkrankten auszuführen hat. Die anatomischen Befunde, welche nach Resectionen in der Continuität aufgezeichnet sind, geben die Bestätigung dafür.

Karajew [3]) und Textor [4]) untersuchten die Leichen zweier Menschen an welchen sie respective 8 und 4½ Monat früher ein cariöses Rippenstück resecirt hatten. Die Länge desselben betrug in dem ersten Falle 12½ Linie, in dem zweiten Falle 2 Zoll 4 Linien. In beiden Fällen war das Periost bei der Operation zurückgelassen, in beiden hatte sich das entfernte Stück nicht seinem ganzen kubischen Umfange nach regenerirt, sondern es wa-

---

[1]) Neue Beobachtungen und Versuche über die Knochen, übers. von Schönberg. Erlangen 1828.

[2]) l. c.

[3]) Fricke und Oppenheim Zeitschrift für die gesammte Medicin. Band 16. Heft 2.

[4]) Ueber die Wiedererzeugung der Knochen etc. pag. 15.

ren die beiden Schnittflächen durch unregelmässig abgelagerte Knochenmasse verbunden. Karajew bemerkt ausdrücklich, dass die Ablagerung besonders auf der hinteren Fläche, wo das Periost unversehrt war, etwa eine Linie dick sich vorgefunden habe. Auf der vorderen Fläche und in dem Raume zwischen beiden Rippenenden war keine Knochenmasse zu sehen. In dem Falle von Textor scheint, der Zeichnung nach zu urtheilen, das Verhältniss ein ziemlich ähnliches gewesen zu sein. Dasselbe gilt von den verschiedenen grösseren und kleineren Löchern, durch welche die ernährenden Gefässe in das Innere der neuen Knochenmasse drangen. Nur Karajew erwähnt sie ausdrücklich, Textor zeichnet sie und zugleich den Ueberzug von sehr verdicktem Periost, mit welchem die neue Knochenmasse bedeckt war.

Ein diesem entgegengesetztes Resultat hatte eine Untersuchung von Ried [1]). Er machte die Resection der sechsten Rippe an ihrer Verbindung mit dem Rippenknorpel. Heftige Compression des Thorax hatte einen Bruch an dieser Stelle hervorgebracht, Abscessbildung folgte und bei der Eröffnung des Abscesses fand sich das knöcherne Ende der Rippe cariös, das knorplige Fragment entblösst. Die Operation entfernte von Beiden etwa ½ Zoll. Nach 3 Jahren fand man an der Leiche noch eine enge Fistel längs des Rippenknorpels, welcher nach und nach ganz ausgestossen worden war. Der Knochen war übernarbt, keine Spur von Regeneration des einen oder des andern.

So spärlich wie die bisher erwähnten Fälle sind Sectionsbefunde von Personen, welche die Trepanation längere Zeit überlebt hatten. Aus früher Zeit nach der Operation findet man eine Anschwellung und Röthung des den Substanzverlust umgebenden oder bedeckenden Pericranium, eine gleiche Veränderung der im Grunde der Oeffnung liegenden Dura mater, auch zuweilen die Ablagerung einer röthlichen sulzigen Masse auf derselben angegeben. Weiter hat man die ganze Oeffnung mit Granulationen gefüllt gesehen, welche von der Haut, der Dura mater, und den Schnittflächen des Knochens ausgingen; sodann fand man gewöhnlich eine Abflachung der scharfen Knochenränder durch partielle

[1]) Die Resectionen der Knochen. Nürnberg 1847. p. 250.

Nekrose und Exfoliation. Schliesslich erfolgt der Verschluss der Oeffnung zum grössten Theile durch eine fibroide Masse, welche mit der harten Hirnhaut und dem Pericranium innig zusammenhängt, zum kleineren Theil durch neue von den Rändern der äussern und innern Schädeltafel ausgehende Knochenbildung. Rokitansky sah diese auch von der Wundfläche der Weichtheile und ihren Rändern entstehen und unterscheidet in derselben, wie bei der Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem eine primäre und secundäre Callusformation. Er lässt die Ursachen der mangelhaften Callusproduction der Schädelknochen, welche sich auch auf die durch Nekrose entstandenen Lücken bezieht, in suspenso. — Anders verhält es sich bei Resectionen, welche nicht ein Stück der ganzen Dicke der Schädelknochen entfernen. Der Substanzverlust füllt sich, wie dies unter gleichen Verhältnissen nach Verwundungen der Fall ist, meist vollständig mit neuer Knochenmasse. Dubreuil [1]), welcher die mangelhafte Fähigkeit der Callusbildung an den Schädelknochen als diesen eigenthümlich nicht gelten lässt, sondern dieselbe in der meist gleichzeitigen Verletzung oder Zerstörung des Pericraniums und der Dura mater begründet glaubt, machte die Section eines Matrosen, welcher 8 Jahre nach der Trepanation an Apoplexie gestorben war. Nur eine fibröse Masse schloss die Trepanöffnungen, dagegen fand sich auf der Stirn eine Knochennarbe an Stelle eines Substanzverlustes der äusseren Knochentafel. Hier war neue Knochensubstanz, vom Pericranium bedeckt, vorhanden. Dieselbe war von der Glasplatte durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, welcher durch Maceration bemerkbar wurde und von unregelmässigen Knochengranulationen (?) ausgefüllt war.

Durch Genauigkeit ausgezeichnet und darum der Erwähnung werth ist der von Günsburg [2]) mitgetheilte Sectionsbefund an dem Schädel einer Frau, welche die Trepanation 79 Jahre überlebte. Der Substanz-Verlust an dem Winkel der Sutura coronaria und squamosa sinistra war von einer sehnenähnlich glänzenden nach der Schädelhöhle hin convexen Membran bekleidet, welche jedoch an

---

[1]) Presse médicale 1837. — Froriep Notizen 1837. p. 236.

[2]) Deutsche Klinik 1850. No. 8.

mehreren Stellen defect, hier von einer Linien hohen Auflagerung der Dura mater ausgefüllt war. Diese bestand in ihrer obersten Schicht aus unregelmässig polygonalen Schollen oder einer dem Hornepithel ähnlichen Masse, während tiefer sich ein festes fibröses Gewebe fand, welches aus dicken vielfach sich kreuzenden Faserbündeln bestehend, an den verdünnten Knochenrändern sich festsetzte. Von dem scharf begränzten wallartigen Rande der Auflagerung strahlten ringsum in das Gewebe der harten Hirnhaut hinein nadelähnlich feine Faserbündel aus, entsprechend den Furchen feiner Knochenleisten, welche an der Glasplatte von einem Zoll über der Oeffnung ausgehend bis an diese heran und theilweise über ihren Rand hinaus angelagert waren. Die zuerst erwähnte sehnenähnlich glänzende Masse bestand aus dicht übereinander gelagerten Schichten von Hornepithelium.

Diesen Thatsachen gegenüber ist der Wiederersatz der Kopfknochen bei gänzlichem Verluste beider Platten in einer ganzen Reihe von Fällen beobachtet worden, welche Klencke [1]) zusammengestellt und durch ein neues Beispiel vermehrt hat. In allen diesen Fällen, welche sich auf Substanzverlust theils durch Nekrose, theils durch die Trepanation beziehen, war die Dura mater vorhanden. Diese Membran hält Klencke deshalb und nach seinen Versuchen an Thieren für die wahre Matrix der Regeneration an Kopfknochen.

3. Exstirpation der Knochen.

Was im Allgemeinen von der Resection in der Continuität der Knochen gesagt worden ist, gilt auch von der Exstirpation der ganzen Knochen. Es scheint auch hier auf möglichste Schonung des Periost anzukommen, indem da, wo dieselbe möglich war, die mehr oder weniger vollkommene Regeneration des Knochens ohne bedeutende Verkürzung des Gliedes zu Stande gekommen ist, während ohne die Schonung der Beinhaut sich an Stelle des exstirpir-

---

[1]) Physiologie der Entzündung und Regeneration in organischen Geweben. Leipzig 1842. p. 197.

ten Knochens meist ein fibröser mit der Hautnarbe fest verwachsener Strang bilden soll. Ried scheint auch diesen Befund wenigstens oft für Täuschung zu halten und giebt jenen Strang nur für die Narbe der unter sich verwachsenen Weichtheile aus, welche den exstirpirten Knochen umgeben hatten. Dieser Ansicht kann ich nach meinen Experimenten an Thieren nur beitreten. Wenn er weiter von unregelmässig knorpligen oder knöchernen Punkten spricht, welche sich zuweilen in dem Ersatz des exstirpirten Knochens ablagern, so weiss ich nicht, ob er jene Narbe oder in anderen Fällen einen wirklichen fibroiden Strang als das Bett der Ablagerung beobachtet hat. Ich möchte fast das Letztere glauben, da er die Ablagerung jener Punkte in der ligamentösen Zwischensubstanz als bekannt erwähnt, welche sich unter Umständen nach Resectionen in der Continuität zwischen den resecirten Knochenenden bildet.

Von Sectionsberichten nach Exstirpationen langer Knochen sind sehr wenige aufzufinden. Meyer [1]) in Zürich exstirpirte einem 31 Jahr alten Mann die cariöse Clavicula. Die Wunde war in sieben Wochen vernarbt; der Kranke konnte bald den Arm vollkommen gut gebrauchen. Man fühlte an der Stelle des exstirpirten Knochens deutlich neue Knochenmasse von der Gestalt einer normalen Clavicula. Etwa fünf Jahr nach der Operation starb der Kranke. Bei der Section fand sich zwischen der Incisura clavicularis des Brustbeins und dem Acromion ein fibröses fast cartilaginöses (?) Band, an welches nach oben der untere Rand des neugebildeten Knochens sich anlehnte und an einigen Stellen in dasselbe überzugehen schien. Die Länge des Bandes betrug 4½ Zoll, die Länge des neugebildeten Knochens 3 Zoll 10 Linien. Dieser war sehr dünn, nach dem Brustbein zu abgeplattet, nach dem Acromion hin mehr rundlich; mit dem Manubrium sterni articulirte das etwas breitere und dickere Ende durch eine deutliche Gelenkfläche. Ungefähr 1 Zoll vor dem Acromion endigte der neue Knochen mit einem dicken Köpfchen, welches mit dem Acromion durch ein breites dickes Band verbunden war. In diesem lagen einige deutliche Knochenkerne. Der obere Rand des

---

[1]) Graefe und Walther Journ. Bd. 19. p. 71.

neuen Schlüsselbeins machte nach dem Sternalende hin eine deutliche Krümmung nach oben, gegen das Acromion hin eine Krümmung nach unten; der untere Rand war ungleich, indem einzelne Knochenkerne weiter in das fibröse Band eindrangen.

D'Angerville [1]) erzählt einen ähnlichen Fall, in welchem Moreau die nekrotische Clavicula bei einem jungen Mann total entfernte. Die Wunde war schnell geheilt und der Arm erlangte seine frühere Brauchbarkeit wieder. Einige Monate später fand man bei der Section an Stelle des exstirpirten Knochens ein neues Schlüsselbein von normaler Länge und Festigkeit, etwas abgeplattet, mit dem Acromion und dem Sternum in normaler Verbindung.

Hieran schliesst sich ein von Kunst [2]) operirter Fall, welcher zwar noch nicht zur Section gekommen ist, aber durch genaue Untersuchung schon im Leben Aufschluss über die nach Exstirpation des Schlüsselbeins eintretenden Veränderungen giebt. Es ist dabei zu knöchernem Ersatz des Schlüsselbeins nicht gekommen und dennoch war der Arm zu den schwersten Arbeiten vollkommen brauchbar, die Schulter fest genug, bedeutende Lasten zu tragen. Die linke Clavicula war 11 Jahre vor der mitgetheilten Untersuchung wegen Caries entfernt worden. Die etwa wallnussgrosse Gelenkfläche des Manubrium sterni war noch leer zu fühlen; von demselben bis zum Tuberculum der ersten Rippe (wahrscheinlich der zum Ansatz des M. scalenus anticus bestimmte Höcker) war die Haut fest an die Rippe geheftet. Von dieser Stelle bis zum Acromion verlief eine bandartige Masse, mit welcher die Hautnarbe fest zusammen hing. Dieselbe konnte ein wenig nach oben und unten verschoben werden, trennte die obere und untere Schlüsselbeingrube von einander. Die Clavicularportion des Kopfnickers war mit einer bandartigen Masse an jenen Höcker der ersten Rippe angeheftet und von da bis zum vierten Halswirbel stark gespannt, ohne dass die Stellung oder die Beweglichkeit des Kopfes darunter litte. Die linke Schulter stand $1\frac{3}{4}$ Zoll tiefer als die rechte; die Spitze der Scapula etwas schief nach hinten, höher als die der

---

1) Mém. de l'Académie roy. de méd. Tom. XIV. p. 56.
2) Deutsche Klinik. 1850. No. 24.

gesunden, von den Rippen mehr entfernt. Legte der Patient den linken Arm auf die rechte Halsseite, so näherte sich das Caput humeri den Halswirbeln bis auf 2 ¼ Zoll, während der rechte Oberarmkopf bei gleicher Bewegung 4 Zoll davon entfernt blieb.

Die Regeneration des ganzen Humerus mit seinem oberen Gelenkende beobachtete Racord [1]) in einem Falle, welcher zwar nicht hierher gehört, aber angeführt zu werden verdient, weil er wiederum einen Beleg dafür giebt, wie üppig die Reproduction des Knochens ist, wenn die Trennung desselben zum grössten Theil durch die Kräfte der Natur geschieht, wenn das Periost zurückgelassen werden kann. Nach einer Amputation des Vorderarms unterhalb des Ellbogengelenks wurde der Stumpf von Gangraen befallen, welche sich am Oberarm begrenzte. Die Abstossung des Brandigen war nach einem Monat durch Eiterung vollständig beendet; der Humerus lag darauf in seinem unteren Theile vollständig bloss. Nach 6 Monaten wurde der spontan luxirte Oberarmknochen durch eine grosse Längsincision entfernt. Das Periost mit den umliegenden Muskeln fest verwachsen, blieb deutlich erkennbar zurück. Nach zwei Monaten hatte der seines Knochens beraubte Stumpf schon wieder eine bedeutende Festigkeit erlangt; einen Monat später wurde die Amputation desselben im Schultergelenk nothwendig. In der Mitte des abgesetzten Stumpfes fand sich ein neuer 22 Centimeters langer 3 bis 4 Centimeters breiter Knochen. An dem oberen Ende desselben zeigte sich eine der Cavitas glenoidea vollkommen entsprechende Gelenkfläche, welche mit der Cavitas glenoidea durch feste sie rings umgebende Ligamente fest verbunden war. Ein zweiter Fortsatz an dem innern Rande des neuen Knochens hing mit der dritten Rippe durch ligamentöse Masse fest zusammen.

Anatomische Untersuchungen nach Exstirpationen kurzer Knochen fehlen fast gänzlich. Die Section, welche Textor jun. [2]) nach einer Ausrottung sämmtlicher Handwurzelknochen an dem nach 84 Tagen amputirten Vorderarm angestellt hat, zeigte die Wandungen der grossen vielfach ausgebuchteten Höhle an Stelle

---

[1]) Gaz. méd. de Paris. 1842. p. 639.

[2]) Prager Vierteljahrsschrift. 1849. Bd. 4.

des Handgelenks mit reichlichen, meistens sehr schönen, rothen, gesund aussehenden Granulationen besetzt, welche an vielen Stellen Vorragungen und Falten, gewissermaassen Scheidewände bildeten. Die Wandungen dieser Höhle wurden theils von der Beinhaut der Mittelhandknochen, theils von den Resten der Bänder, welche die Mittelhandknochen mit jenen der Handwurzel verbinden, so wie von dem Narbengewebe der geheilten Operationswunden und von den mit Granulationen bedeckten resecirten Enden des zweiten und dritten Mittelhandknochens gebildet. Die beiden Vorderarmknochen waren ihres Knorpelüberzuges beraubt und cariös. Die Hohlhand war platt und abgeflacht, der Mangel der Handwurzelknochen äusserlich nicht bemerkbar. Die sämmtlichen über das Handgelenk verlaufenden Sehnen waren unverletzt; die Sehnen des M. flexor communis profundus waren in ihrem Mittelhandtheile mit der Beinhaut der Mittelhandknochen und der Narbe von der Operationswunde verwachsen. In derselben Narbenmasse endete der N. ulnaris mit einer kleinen Anschwellung, so wie der N. medianus mit seinen Verzweigungen.

Die Untersuchungen an Lebenden, welche nach der Exstirpation kurzer Knochen geheilt sind, zeigen eine möglichste Verkleinerung des Defectes durch Annäherung der zunächst gelegenen Knochen an einander. Der zurückbleibende Zwischenraum scheint sich mit ligamentöser Masse zu füllen, in welche sich nach Ried bisweilen Knorpel- oder Knochen-Masse ablagert.

Die Regeneration platter Knochen z. B. der Scapula, ist bis jetzt nur nach Nekrose beobachtet worden. Fälle davon berichten Chopart [1]), Klencke [2]), Rudolphi [3]), Kortum [4]), die beiden Letzteren vom Pferde. Resectionen kamen dabei nicht vor und die Fälle gehören also nicht hierher.

Nach Exstirpationen des Oberkiefers findet sich zwischen dem resecirten Ende des Jochbogens und dem des Nasen-

---

[1]) De necrosi ossium theses praes. Chopart. Paris 1776. p. 7.

[2]) l. c.

[3]) Bemerkungen über Naturgeschichte, Medicin und Arzneikunde. Berlin 1805. II. p. 56. — Edinbg. med. and surg. Journal. April 1823. p. 217. Figur 1. 2. 3.

[4]) Experimenta et observationes circa regenerationem ossium. Diss. Berol. 1824.

und Alveolar-Fortsatzes eine fibröse Membran, welche namentlich das Einsinken der Wange verhindert. Eine ebensolche Membran bildet sich an Stelle der unteren Wand der Augenhöhle. Die grosse zurückbleibende Höhle bedeckt sich mit einem rothen schleimhautähnlichen Ueberzug und verkleinert sich namentlich dadurch, dass der weiche Gaumen sich nach vorn und oben zieht. Ein Näherrücken der Knochen in der Umgegend der Höhle hält Ried ausserdem für einen wahrscheinlichen Grund der Verkleinerung der Höhle. Von Regeneration des Knochens zeigt sich nie eine Spur.

II.

Experimente und anatomische Untersuchungen an Thieren.

Der zweite Weg der anatomischen Erforschung des Heilungsprozesses nach Resectionen der Knochen, welcher durch Versuche an Thieren eröffnet ist, führt zu weit reicheren Resultaten und ist auch zugänglicher, als die anatomischen Untersuchungen an menschlichen Leichen. Man würde auf diesem Wege schon früher zu einer Anschauung des Heilungsprozesses in seinen verschiedenen Stadien gekommen sein, wenn nicht alle Experimentatoren sich darauf beschränkt hätten, nur das schliessliche Product des Prozesses kennen zu lernen. Man operirte die Thiere, liess die nächsten und näheren Folgen der Operation unbeachtet und wandte sich erst nach geraumer Zeit zur Untersuchung der Veränderungen, welche an den von der Operation betroffenen Theilen vorgegangen waren, zu einer Zeit, wo der Prozess vollständig abgelaufen war und weitere Veränderungen an dem operirten mehr oder weniger vollständig functionirenden Theile nicht mehr zu erwarten standen. Bei der Beschreibung des Sectionsbefundes vermisst man auch hier die allein durch mikroscopische Untersuchung mögliche Gründlichkeit und Sicherheit in der Bestimmung der Gewebe, welche an Stelle der entfernten Theile getreten waren, welche die getrennten wieder vereinigt hatten. Der Erste, der den Heilungsprozess nach Knochenresectionen Schritt für Schritt zu verfolgen bemüht war, ist Steinlin [1]). Die Resultate seiner Beobachtungen habe ich,

---

[1]) Ueber den Heilungsprozess nach Resection der Knochen. Diss. Zürich 1849.

indem ich denselben Weg zu gehen versuchte, einer sorgfältigen und gegründeten Kritik unterwerfen können. Ich werde deshalb erst dann auf sie eingehen, wenn ich dazu komme, auseinander zu setzen, was meine Beobachtungen mich gelehrt haben. Hier nur so viel, dass ich die Resultate Steinlin's in den Hauptpunkten bestätigen kann. Was die früheren Forscher in Bezug auf das Endresultat nach Resectionen an Thieren uns gelehrt haben, glaube ich in Folgendem vollständig zusammenfassen zu können.

1. Resectionen in der Contiguität.

Vermandois [1]), indem er sich gegen die Exarticulation des Oberschenkels zu Gunsten der Resection des Oberschenkelkopfes erhob, war der Erste, welcher einem Hunde den oberen Theil des Femur dicht unter dem Trochanter minor resecirte. In wenigen Tagen stieg das resecirte Knochenende zur Höhe der Pfanne hinauf und nach zwei Monaten war die Wunde durch Eiterung geheilt. Das Thier trug das verkürzte Bein anfangs hängend; gegen Ende des zweiten Monats stützte es sich ein wenig auf den Fussrücken desselben. Bei der nach dieser Zeit angestellten Section fand man das Femur dicker als das gesunde, die Markhöhle sehr geräumig, voll Mark; die compacte Substanz dünner als an dem normalen Schenkelbein. Das obere Ende war mit ungleichen knöchernen compacten Erhabenheiten besetzt, welche besonders nach aussen zu der Narbe der Weichtheile hingingen und mit der Pfanne durch eine ligamentöse Masse vereinigt waren. Die Pfanne hatte an Umfang abgenommen und war mit einem weichen sehr rothen Körper ausgefüllt, welchen Vermandois für die vergrösserten und injicirten Synovialdrüsen hielt.

Diesem Versuche schliessen sich die Beobachtungen von Chaussier [2]), Koeler [3]), Wachter [4]) und in neuerer Zeit von B. Heine [5]) an. Alle operirten an Hunden. Die Resultate sind

---

[1]) Journal de médecine. 1786. Tom. LXVI.

[2]) Magasin encycloped. An. V. T. VI. No. 24. — Hufeland Harless und Schreger, Journal der ausländischen med. Litt. Bd. 1. 1802.

[3]) Experimenta circa regenerationem ossium. Goett. 1786.

[4]) Dissert. de articulis exstirpandis etc. Groningen 1810.

[5]) Feigel Chirurg. Atlas. Würzbg. 1850.

ziemlich übereinstimmend mit dem angegebenen. Die Heilung erfolgte in den meisten Fällen, nachdem die Wunden durch Knopfnäthe vereinigt waren, prima intentione. Chaussier sah dies so constant, dass er, um den Einfluss der Eiterung auf das Resultat des Heilungsprozesses kennen zu lernen, vielfache Reizmittel auf die Wunde anwenden musste. Es bildeten sich in Folge davon zahlreiche Eitersenkungen, welche sich von selbst öffneten. Das schliessliche Resultat wich nicht wesentlich von denen ab, bei welchen die Wunde unmittelbar verheilt war. Die Thiere trugen in der ersten Zeit alle die verkürzte Extremität hängend, gegen die 4. bis 6. Woche fingen sie an sich auf dieselbe zu stützen und etwa um die 10. Woche gebrauchten sie fast alle das Bein ganz gut bei dem Laufen. Wenn die Hunde nach 2 Monaten bis 4 Jahren nach der Operation getödtet wurden, so fand sich das resecirte Ende des Femur abgerundet oder kolbig aufgetrieben. Die neue Knochenmasse war meist höckrig uneben, seltener glatt; sie hatte nichts weniger als die Form des resecirten Kopfes und der Trochanteren. In einigen Fällen soll die freie Gelenkfläche mit einer cartilaginösen (?) Substanz überzogen gewesen sein. Die Pfanne war meist ihres Knorpelüberzuges beraubt und mit einem festen Zellgewebe oder mit neuer Knochenauflagerung gefüllt. Ebenso fand sich Knochenneubildung auf den der Pfanne benachbarten Knochen. Das obere Ende des Femur stand meist nahe am Becken, entweder der Pfannengegend gegenüber oder oberhalb oder hinter derselben. Die Verbindung mit dem Becken war durch ligamentöses Gewebe vermittelt, welches sich bald in Form einer geschlossenen anscheinend normalen und nur stark verdickten Kapsel um das Ende des Femur ansetzte und sich oft weit von der Pfannengegend nach dem Sitz- und Schaam-Bein hin ausdehnte, bald und namentlich wenn die Eiterung stark gewesen war, als ein fester aus vielen Bündeln bestehender Strang zwischen dem freien Ende des Schenkelbeins und dem Becken verlief. Zwischen den einzelnen Bündeln dieses Gewebes war in einem Falle von Koeler viel Fett eingestreut. Innerhalb der Gelenkkapsel fand sich zuweilen seröse Flüssigkeit. War die Berührung zwischen Becken und dem obern Ende des Femur eine sehr innige, so hatte sich an dem betreffenden Theile des Beckens eine seichte Vertie-

fung zur Aufnahme des kolbig endigenden Femur gebildet. In einem Falle von Waechter stand das Femur gegen den äussern Theil des Foramen ovale, welches mit einer sehr festen bandartigen fast knöchernen (?) Masse ausgefüllt war. Ueber das Verhalten der Muskeln und ihre Insertionen giebt nur Heine die Notiz, dass letztere fast dieselben, wie vor der Operation gewesen wären. In den meisten Fällen war das operirte Bein etwas verkürzt.

Die Resectionen des Oberarmkopfes, welche Chaussier und Waechter an Hunden vornahmen, hatten dieselben Resultate.

Die Resectionen des unteren Endes des Femur, des Processus cubitalis, des Humerus, des unteren Endes der Tibia, so wie die Exstirpationen des Knie- und Ellbogen-Gelenks lieferten in den von Chaussier angestellten Versuchen einen sehr ungenügenden Erfolg. Sowohl die weichen Theile, welche getrennt waren, als auch die Knochen vernarbten zwar gut, aber anstatt ein neues Gelenk zu bilden, hatten sich die Knochenenden über einander verschoben und waren durch Bandmasse mit einander verbunden, so dass der unter dem Gelenke befindliche Theil des Gliedes herabhing und zur Bewegung gänzlich unbrauchbar war.

Die Resultate anderer Beobachter weichen von diesen ab. Nach Resection des unteren Endes des Radius sah Heine die Markhöhle an der Schnittfläche sich mit Knochensubstanz schliessen und neue Knochenmasse setzte sich zur Stütze der Sehnen und zur Gelenkverbindung mit dem Os naviculare von da fort. Nach Resection des unteren Endes der Ulna mit möglichster Schonung der Beinhaut fand er nach Jahresfrist vollkommenen knöchernen Ersatz des resecirten Theiles. Ebenso sah Wachter nach Resection des unteren Endes des Radius und der Ulna, nachdem die Wunde geheilt war, anfangs sich eine feste Verbindung mit den Handwurzelknochen bilden. Der Hund litt jedoch nicht die Schiene, auf welche das Vorderbein befestigt war, und zerbrach wiederum jene feste Verbindung. Nachdem die Hand einige Zeit an dem Vorderarm schlaff herabgehangen hatte, wurde die Gelenkverbindung allmälig fester und schliesslich die Gebrauchsfähigkeit der Extremität vollkommen die frühere. Bei der drei

Monate nach der Operation angestellten anatomischen Untersuchung fand man ein neues mit einer dicken Kapsel umgebenes Gelenk, das Ende des Radius durch neue Knochenmasse fast so stark wie in der Norm, die Sehnen der Muskeln an die Ulna und den Radius angeheftet.

Nach Exstirpation ganzer Gelenke sah Heine bei Hunden die Herstellung einer Art neuen Gelenkes, die Gebrauchsfähigkeit der operirten Extremitäten wurde aber, wenn auch eine grössere als Chaussier sie gesehen, so doch immer nur eine beschränkte. Zwei vollständige Resectionen des Schultergelenkes, welchen die Section fast nach einem Jahre folgte, zeigten einmal die resecirten Knochenenden abgerundet und zwischen ihnen ein starkes Fasergewebe, das andere Mal das abgerundete Ende des Humerus in einer entsprechenden Vertiefung der Scapula, beide von einer kapselähnlichen Membran umgeben und zwischen den von einem röthlichen knorpelartigen Ueberzug bedeckten Knochenenden einen Meniscus.

Die Resection des oberen Endes des Schenkelbeins sammt der Pfannengegend hatte ähnliche Folgen. An das mit neuer Knochenmasse bedeckte Ende des Femur inserirte sich einmal der M. pyriformis und die Mm. glutaei. Um die Pfannengegend hatten sich einige Knochenwülste gebildet; die dadurch abgerundeten Schnittflächen der Beckenknochen waren durch festes fasriges Gewebe verbunden; das Schenkelbein stand gegen dieselben beweglich an. Eine feste, seröse Flüssigkeit enthaltende Kapsel, welche das obere Ende des Femur und die Pfannengegend umgab, war durch die untereinander verwachsenen Muskeln und namentlich durch die sehnigen Enden der Mm. psoas und iliacus internus theils gebildet, theils verstärkt.

84 Tage nach einer Exstirpation des Ellbogengelenks konnte das Thier noch nicht auf dem Beine auftreten. An den resecirten Knochenenden hatte sich neue Knochenmasse in einem Kranz unregelmässiger Höcker abgelagert, von denen einer am Humerus entsprechend dem Condylus externus den Streckmuskeln, andere an der Ulna den Beugemuskeln und eine Protuberanz an dem Radius den Pfotenmuskeln zur Insertion diente. Der Verlauf des M. biceps war wesentlich verändert. Mit dem verkürzten

M. pronator teres und den Beugemuskeln der Pfote verwachsen, setzte er sich an die hintere Seite des Radius an. Die Verbindung der Knochenenden war theils durch Kapselreste, theils durch die die Stelle des Gelenks umgebenden untereinander verwachsenen Muskeln bewerkstelligt.

Die einmal von Heine vorgenommene Resection des aufsteigenden Astes des Unterkiefers mit seinem Gelenkfortsatze hatte nur einen Ueberzug der Schnittfläche mit neuer Knochensubstanz zur Folge.

2. Resectionen in der Continuität.

Die Versuche über den Heilungsprozess nach Resectionen in der Continuität, welche man an Thieren gemacht hat, wie die später anzuführenden über die Heilung nach Exstirpationen ganzer Knochen wurden hauptsächlich zur Aufklärung des Regenerationsprozesses der Knochen angestellt. Am wichtigsten war dabei die Erledigung der Frage nach dem Organe oder dem Complex von Organen, welche das zur Regeneration des Knochens nothwendige Material liefern. Wir werden sehen, in wie weit die Untersuchungen diesen Zweck erfüllt, in wie weit die Frage durch die Beobachtungen über den Heilungsprozess nach Knochenresectionen als gelöst betrachtet werden kann.

a. Resectionen an langen Knochen.

Klencke [1]) und Heine sahen nach der Resection eines Stückes aus der Diaphyse eines Röhrenknochens ohne vollständige Trennung der ganzen Dicke desselben, ersterer an Vögeln, letzterer an Hunden stets vollständigen Ersatz des Substanzverlustes durch neue Knochenmasse. Klencke glaubt, dass sowohl die den Knochen umlagernden Weichtheile, als auch das Periost, jedes für sich allein im Stande sei, das zu dem Wiederersatz nothwendige Exsudat zu liefern. Seine Gründe dafür sind jedoch nicht genügend. Dass das Exsudat von den Weichtheilen aus geliefert werde, folgert er nämlich daraus, dass er 12 Tage

---

[1]) l. c. pag. 163.

nach der Operation einen mit denselben zusammenhängenden gallertartigen Erguss sah, welcher sich wie eine Brücke über die Verletzung zog und an den Seitenrändern fibröse Uebergänge zeigte. Dass das Periost das Exsudat liefern könne, folgert er daraus, dass in einem andern Falle das Periost sehr gefässreich die Callusmasse überzog, während die weichen Theile fast gar nicht mit dem Knochen verklebt waren.

Klencke fand stets die Markhöhle entsprechend dem entfernten Knochenstück vollständig durch neue Knochenmasse geschlossen und die durch die Operation gesetzte Lücke durch Resorption der Knochenränder in ihrer Form wesentlich verändert. Heine sah nur eine fast unmerkliche Verengerung der Markhöhle, entsprechend der Resectionsstelle. Nach einer Operation am Schenkelbein fand er Nekrose der Schnittränder des Knochens, zu welchen eine Kloake durch die Callusmasse führte, welche schon nach 12 Tagen sich um das ganze Femur abgelagert hatte.

Nach Resectionen aus der ganzen Dicke der langen Knochen beobachtete Heine schon nach etwa 2 Monaten vollständigen Ersatz durch Knochenmasse in allen den Fällen, in welchen er das Periost sorgfältig geschont hatte, dagegen Abrundung der resecirten Enden durch neue Knochenmasse und Verlöthung derselben mit dem anliegenden Knochen (wenn er an zweiknochigen Gliedern operirt hatte), an welchem ebenfalls Callusmasse abgelagert war, entweder ohne Zwischensubstanz zwischen den Enden, oder ein fibröses Gewebe mit eingelagerten Knochenkernen, welches die abgerundeten Schnittenden verband und nach Operationen an einknochigen Gliedern eine Pseudarthrose bildete. Das quantitative Verhältniss zwischen der fibrösen und der um die Knochenenden abgelagerten knöchernen Masse variirte, so dass zuweilen ein beträchtliches Stück neuer Knochensubstanz von dem einen Schnittrande ausging und nur eine kleine Lücke durch fibröses Gewebe ausgefüllt war, zuweilen ein beträchtliches mittleres Stück neuer Knochensubstanz mit den beiden Schnittenden des Knochens durch fibröse Masse verbunden, zuweilen das fibröse Gewebe das bei weitem vorherrschende war. In fast allen Fällen war es zu einer beträchtlichen Verkürzung und Krümmung des von der Resection betroffenen Gliedes gekommen; namentlich war

dies an einknochigen Gliedern der Fall, gleichviel ob die Vereinigung der Knochenenden durch neue Knochenmasse oder fibröses Gewebe zu Stande gekommen war. An zweiknochigen Gliedern hatte sich eine mehr oder weniger bedeutende Krümmung des unverletzten Knochens ausgebildet.

In den meisten Fällen, wo Heine [1]) ausgeschnittene Knochenstücke z. B. an Rippen wieder einzuheilen versuchte, fand eine bei weitem grössere Reproductionsthätigkeit in allen durch die Operation betroffenen Theilen statt, und die unter solchen Umständen neu erzeugten Knochen zeigten in einer viel kürzeren Zeit einen höheren Grad von Organisation, als in den Fällen, wo die Knochenlücke durch das ausgeschnittene Stück nicht wieder ausgefüllt worden war. Die Gefässe in der Umgegend der Resectionsstelle waren in jenen Fällen bedeutend erweitert. Heine glaubt mit Recht, dass das eingelegte Knochenstück als fremder Körper wirkte, und vergleicht die Erscheinung passend mit dem Prozesse der Beseitigung falscher Gelenke durch das Haarseil. Das wieder eingelegte Knochenstück wurde nach und nach von dem an seine Stelle tretenden neuen Produkte verdrängt und ausgestossen, zuweilen von den Weichtheilen eingekapselt, oder es wurde resorbirt. Die Resorption konnte in einzelnen Fällen nicht sicher angenommen werden, in welchen es zweifelhaft war, ob nicht vielmehr eine wirkliche Einheilung des eingelegten Knochenstücks stattgefunden hatte.

Bis auf einen gewissen Punkt entscheidend für die vorwiegende Thätigkeit des Periosts bei der Regeneration der Knochen sind die Beobachtungen und Versuche von Flourens [2]) und Syme [3]), welchen letzteren sich ein Versuch von Heine anschliesst. Flourens sah nach Resectionen aus der Continuität der Rippen mit Schonung des Periosts auf der Innenfläche desselben, und zwar in der Mitte zwischen beiden Knochenstümpfen, die erste Spur der Knochenneubildung, welche sich nach beiden Knochenstümpfen hin fortsetzte. Es gewinnt diese Beobachtung, wenn

---

[1]) Graefe und Walther Journ. Bd. 24. p. 527.

[2]) Théorie experimentale de la formation des os. Paris 1847.

[3]) On the power of the Periosteum to form new bone. in: Contributions to the Pathology and Practice of Surgery. Edinbg. 1848.

man sie allein nicht gelten lassen will, noch dadurch an Werth, dass sie mit den von Heine beschriebenen Fällen übereinstimmt und dieselben erklärt; ich meine diejenigen, in welchen zwischen den Schnittenden der Knochen ein beträchtliches Stück von Periost bekleidetem neuen Knochen lag und mit den Schnittflächen durch fibröse Substanz verbunden war. Noch gewichtiger ist der folgende bekannte hier nur beiläufig zu erwähnende Versuch von Flourens. Er bohrte ein Loch bis in die Markhöhle eines Knochens und steckte ein silbernes Röhrchen hinein. Periost und Markhaut schwollen an, wucherten in das Röhrchen hinein und in demselben bildete sich ein neues Knochenstück.

Syme resecirte zweimal einem Hunde aus jedem Radius ein Stück von 1¾ Zoll Länge. An dem einen Bein nahm er das Periost mit fort, an dem andern schonte er es auf das sorgfältigste. Sechs Wochen später waren an dem Bein, an welchem das Periost mit entfernt worden, die Knochenenden konisch zugespitzt, und durch einen fibrösen Strang verbunden; an dem andern Bein, an welchem das Periost geschont worden war, war der ganze Substanzverlust durch reichliche, selbst überschüssige Knochenmasse ersetzt.

Einen weiteren Beweis für den Schluss, welcher aus diesem Befunde folgt, fand Syme in zwei Versuchen, welche zwar nicht in das Gebiet der Resectionen gehören, aber hier erwähnt werden mögen, weil sie in Verbindung mit einem Heine'schen Experimente zur Lösung der Frage nach der Thätigkeit des Periosts bei der Knochenregeneration beitragen. Das Periost des Radius wurde an einem Hunde sorgfältig gelöst und zwischen dasselbe und den Knochen eine Metallplatte eingeschoben; in dem andern Versuche wurde das gelöste Periost entfernt und der blossgelegte Knochen mit einer Metallplatte umgeben. Nach sechs Wochen fand sich über dem Metall in dem ersten Falle eine neue Knochenplatte, welche mit dem alten Knochen nicht zusammenhing, in dem zweiten Fall eine dicke zähe Kapsel ohne eine Spur von Knochensubstanz. Wie Syme in dem ersten Falle, so verfuhr Heine an dem Femur eines Hundes. Das von Periost entblösste Knochenstück wurde ausserdem der Länge nach bis auf die Markhöhle eingeschnitten, zwischen Periost und Knochen

ein Leinwandstreifen eingelegt. Nach zwölf Tagen war die ganze Diaphyse des Femur nekrotisch geworden und mit einer Kapsel neuer Knochenmasse umgeben, welche ober- und unterhalb des Leinwandstreifens mit dem Knochen zusammenhing, im Bereich des fremden Körpers aber durch denselben von der Knochenoberfläche getrennt, überall von stark injicirtem Periost überzogen war. An dem von der Leinwand umgebenen Knochenstück war keine Spur von Knochenneubildung zu finden. — Bringen wir diese Thatsachen mit den Beobachtungen Anderer über die Thätigkeit des Periosts zur Knochenbildung nach Fracturen, bei Nekrose in Verbindung, so können wir nicht umhin, uns für die Ansicht zu entscheiden, dass dem Periost bei dem Regenerationsprozess der Knochen eine vorwiegende Rolle zukomme. Wir werden weiter sehen, ob man diese vorwiegende Rolle zu einer ausschliesslichen machen muss, oder welche Grenzen man derselben zu ziehen hat. Dass sie keine exclusive sein könne, beweist schon eine von Michaelis Medici [1]) mitgetheilte Beobachtung. Nach der Resection eines 1 Zoll langen Stückes aus der Mitte der ersten falschen Rippe eines Schafes, bei welcher man das Periost und ein Stück der Intercostalmuskeln mit entfernte, fand man nach etwa vier Jahren den Substanzverlust vollständig ersetzt. Das neue Knochenstück war dünner aber breiter als im normalen Zustande und war an drei Stellen von kleinen Oeffnungen durchbohrt. Die äussere Fläche war rauh, die innere vollkommen glatt, die Structur des neuen Knochens auf dem Durchschnitt von der des alten durch nichts verschieden. Eine fibröse Membran überzog wieder das neue Knochenstück. Auffallend ist es, dass dieses 2½ Zoll lang war, während nur 1 Zoll aus der Rippe entfernt wurde. Als Erklärung dafür soll der Umstand dienen, dass das Schaf zur Zeit der Operation erst 14 Monat alt war, und später noch sehr bedeutend wuchs. Daraus würde ein entweder gleichmässiges Wachsthum des reproducirten Stückes und der alten Rippe bei der Entwicklung des Thieres, oder vielleicht ein vorwiegendes Wachsthum des reproducirten Stückes gefolgert werden müssen. Einen Fall, der diesem zur Seite zu stellen sein möchte, beobach-

[1]) Novi Comment. Bononienses. Tom. II.

tete ich am Menschen. Professor Langenbeck resecirte einem Knaben ein Stück aus der Continuität des untern Theils der Diaphyse des Humerus. Es kam zur vollständigen Regeneration des Knochens mit vollständiger Gebrauchsfähigkeit des Armes bei ¾ Zoll Verkürzung desselben. Etwa 1½ Jahr nach der Operation wurde der Knabe von einem heftigen gastrischen Fieber befallen, wuchs während und nach demselben sehr schnell, und als ich meine oft angestellten Messungen einige Zeit später wiederholte, konnte ich keine Spur von Verkürzung des Armes mehr entdecken.

b. Resectionen aus der Continuität platter Knochen.

Der Heilungsprozess nach Resectionen aus der Continuität der Schädelknochen hat die verschiedenen Beobachter am meisten interessirt. Die Ansichten derselben namentlich über den Ersatz des Substanzverlustes durch Knochenmasse und die Bedingungen, von welchen derselbe abhängig ist, weichen jedoch von einander ab. Dubreuil [1]) macht die Regeneration des Knochens vor allem von der Integrität des Pericranium und der Dura mater nach der Operation abhängig. War sie vorhanden, so fand er die durch die Trepanation gebildete runde Oeffnung, wenn dieselbe nicht sehr gross war, von einem knöchernen Tampon ausgefüllt, welcher mit den Rändern des alten Knochens zuweilen durch fibröses Gewebe verbunden war. Ohne Schonung des Pericranium oder der Dura mater schloss sich die Knochenlücke nur durch ein festes Narbengewebe. Er theilt auch den dem Knochen angehörenden Gefässen einen Antheil an der Reproduction zu, ohne dass man einsicht, worauf er sich dabei stützt. Die Ansichten Heine's stimmen damit ziemlich überein, nur legt er der diploetischen Substanz der Kopfknochen einen grösseren Einfluss auf die Regeneration der Knochen neben dem Periost, und der Dura mater bei, als Dubreuil. Waren Periost und Dura mater erhalten, die Diploe aber sehr spärlich, so war der Verschluss der Knochenlücke durch neue Knochenmasse nur ein unvollkommener; fehlte nur eine der beiden Membranen bei reicher diploetischer Substanz, so kam

---

[1]) Presse médicale 1837. No. 57.

die Knochenregeneration vollständig zu Stande; fehlten aber Periost und Dura mater, so war, auch wenn die diploetische Schicht eine starke war, dennoch der grösste Theil des Substanzverlustes durch fibröses Gewebe, in welches häufig Knochenkerne eingelagert waren, geschlossen und nur um die Ränder des Knochens fand man neue Knochenmasse in Form von Nadeln oder als einen feinen Saum abgelagert.

Die Dura mater scheint nach den Versuchen an Thieren bei der Knochenreproduction von grösserer Bedeutung zu sein als das Pericranium. Es ist dies auch nach ihrem grösseren Gefässreichthum a priori anzunehmen; doch sprechen die früher erwähnten Beobachtungen an Menschen nicht dafür und stimmen mit den Resultaten der Experimente an Thieren nicht überein. War nämlich bei diesen mit Schonung des Periosts nur ein Stück aus der Tabula externa und der Diploë entfernt, so war bei kümmerlicher Diploë der knöcherne Ersatz spärlicher, als wenn der gleiche Substanzverlust unter denselben Verhältnissen durch die ganze Dicke der Schädelknochen gegangen war. War in derselben Trepanationsöffnung die Tabula interna zum Theil entfernt, zum Theil stehen geblieben, so war da, wo das letztere der Fall, die Ablagerung neuer Knochenmasse unbedeutender, als in dem Theil der Wunde, in welchem auch die Tabula vitrea entfernt worden war. So heilten auch einfache Schnitte, welche durch die ganze Dicke der Schädelknochen gingen, durch knöchernen Ersatz, während nach Schnitten, welche nur die Tabula externa und die Diploë betrafen, oft und namentlich, wenn die diploetische Schicht dünn war, zwischen den Schnitträndern sich nur fibröse Masse fand.

Wird das Pericranium erhalten, so verwächst es fest mit der die Knochenlücke ausfüllenden Substanz; wird es bei der Operation entfernt, so ersetzt es sich vollständig. Man findet den neugebildeten Theil desselben als eine starke mit dem unverletzten Pericranium an den Schnitträndern zusammenhängende Membran, welche von der die Knochenlücke ausfüllenden Masse gelöst werden kann. Die Defecte der Dura mater dagegen ersetzen sich nicht. Ihre Wundränder verwachsen gewöhnlich mit den andern Hirnhäuten oder mit dem Knochen. Das Gehirn drängt sich durch die Lücke der Dura mater in den Defect der Schädelknochen hin-

ein und verwächst innig mit der denselben verschliessenden Membran. Ist die Dura mater bei der Operation erhalten, so verwächst sie meist im Bereich der Knochenränder fest mit denselben, zuweilen findet im Bereich des Substanzverlustes der Knochen innige Verwachsung der Hirnhäute unter einander und mit dem Gehirn statt. Dieses ist dann an dieser Stelle stark geröthet.

Nekrose und Exfoliation der Knochenränder ist nur selten beobachtet worden. Sie betrifft dann meist nur eine und gewöhnlich die äussere Tafel des Knochens. War die Lücke durch neue Knochenmasse vollständig geschlossen, so waren die Schnittränder des alten Knochens nicht von dem neuen Knochen zu unterscheiden; war der knöcherne Ersatz nur ein theilweiser, so waren die alten Knochenränder meist abgerundet. War eine Nath der Schädelknochen von der Operation betroffen, so bildete sie sich bei knöchernem Ersatz des Substanzverlustes nicht wieder.

Die Einheilung des resecirten Knochenstücks gelingt in den seltensten Fällen. Merrem [1]) und Klencke [2]) haben dieselbe beobachtet, Heine hat sie nie mit Bestimmtheit gesehen. In einem Falle war es zweifelhaft, ob die Anheilung geschehen, oder ob, wie es gewöhnlich geschieht, das wieder eingelegte Stück nekrotisch geworden und unmerklich exfoliirt war, und die Knochenlücke sich durch neuen Knochen wieder ausgefüllt hatte.

Es mag noch erwähnt werden, dass Heine die dreieckige Form der Trepanationsöffnung günstiger für die vollkommene Verheilung durch Knochenmasse erschienen ist, als die runde Form derselben.

Koeler [3]) ist der Einzige, welcher den Heilungsprozess nach der Trepanation in seinen einzelnen Stadien zu erforschen versucht hat. Seine Beobachtungen sind zwar sehr unvollständig, verdienen aber als die allein vorhandenen berücksichtigt zu werden. Er sah nach der Trepanation eines Hundes über der Pfeilnath mit Schonung des Pericranium am vierten Tage die Dura mater und die Ränder des Loches mit einer gelatinösen, leimartigen, röthli-

---

[1]) Hildebrand Anatomie von Weber I. S. 354.
[2]) l. c. p. 199.
[3]) l. c.

chen Masse bedeckt, welche allmälig anwuchs und weisser wurde. In der dritten Woche war das Loch mit neuer Substanz, die sowohl von der Dura mater als von den Rändern kam, fast geschlossen. Ein Theil der äussern Lamelle des Os bregmatis wurde um diese Zeit exfoliirt. Gleichzeitig vernarbten die Wundränder fest mit einander. Am Ende der siebenten Woche wurde der Hund getödtet. Die Oeffnung war mit einer knorpelartigen nur an den Rändern knöchernen Masse gefüllt, welche sich aus der Oeffnung nicht herausdrücken liess, aber dicker war als der übrige Knochen; Pericranium und Dura mater hingen fest mit derselben zusammen. Nirgend fand sich eine Spur von Nath in derselben. Ebenso waren nach Entfernung der vorderen Wand des Sinus frontalis die Ränder des Loches schon in den ersten Tagen mit einer glutinösen Masse überzogen, welche bei der Trockenheit der entzündeten Schleimhaut nicht aus dieser kommen konnte. Sie nahm allmälig so zu, dass nach 14 Tagen die Oeffnung schon merklich verkleinert war. Die scharfen Ränder derselben waren um diese Zeit schon abgerundet. Vom 24. Tage an wurde die Verwachsung der Haut mit den darunter liegenden Theilen eine so innige, dass sie bald nicht mehr die Besichtigung der Oeffnung zuliess. Das Resultat nach der achten Woche war ein vollständiger Verschluss der Oeffnung durch eine Knochenmasse, welche in der Mitte noch knorpelartig weich war, welche dicker wie die normale Wand, auf der äusseren Seite von einer nicht sehr festen Haut überzogen war, auf deren innere Fläche sich die Schleimhaut aber nicht fortsetzte.

Resectionen aus der Continuität anderer platter Knochen, als der Schädelknochen sind äusserst spärlich vorgenommen worden.

Murray [1]) rescecirte ein dreieckiges Stück aus dem Brustbein einer Taube mit Entfernung des Periosts. Mehrere Wochen später war der Substanzverlust durch Knochenablagerung fast vollständig geschlossen, welche viel dicker als das normale Brustbein an einzelnen Stellen die Ränder der Schnittfläche überragte. Er

[1]) Edinb. med. and surg. journal. October 1851. — Archives générales de méd. 27. 1831.

hält die Muskeln für die Quelle der Reproduction und erklärt daraus die innige Verwachsung derselben mit der neuen Knochenmasse. (?) Nach Resectionen aus der Continuität des horizontalen Schaambeinastes und der Symphyse sah Heine nur Abrundung der Schnittränder durch neue Knochenmasse, ohne dass sich irgend eine Verbindung zwischen denselben hergestellt hätte. Nach der Operation am Sitzbeinhöcker und dem Darmbein bildete sich eine fibröse Verbindung der resecirten Knochenenden mit Einlagerung von Knochenkernen. Nach der Resection des Sitzbeinhöckers war neue Knochenmasse auch auf den benachbarten Schaambeinen abgelagert; das Becken hatte sich schräg verengt.

e. Resectionen aus der Continuität kurzer Knochen.

Ausser an den Wirbeln sind an kurzen Knochen bei Thieren Resectionen nicht gemacht worden. Die Resultate der Resectionen an den Wirbeln sind bis jetzt sehr wenig erfreulich gewesen.

Bei 24 Katzen und 10 Hunden, an welchen Heine [1]) die Operation ausführte, hatte sie immer einen tödtlichen Ausgang. Nur zwei ausserdem operirte Hunde genasen. Bei einem derselben fiel bei der Resection des Wirbelbogens nach der Durchschneidung der Dura mater eine Portion des Rückenmarkes vor. Dieselbe wurde weggeschnitten und dennoch soll das Thier ohne zurückbleibende Lähmung genesen sein. Die nach Entfernung des Wirbelbogen entstandene Lücke schloss sich durch festes Narbengewebe, welches mit der Hautnarbe innig zusammenhing. Nach der Resection des Processus spinosus spitzte sich das resecirte Ende zu, ohne dass Knochenneubildung stattgefunden hätte.

Nach einer Resection in der Continuität des horizontalen Astes des Unterkiefers ohne völlige Trennung der ganzen Dicke desselben sah Heine nach 2½ Monaten vollständi-

---

[1]) A. Mayer. Die Resection der Wirbelknochen bei Knochenbrüchen der Wirbelsäule. Walther und Ammon Journal 38. Bd. N. F. 8. Bd. 1848.

gen Ersatz des Defectes durch neue Knochenmasse. Die abgeschnittenen Zahnwurzeln waren unverändert.

3. Exstirpation der Knochen.

Heine allein ist es, welcher Exstirpationen von Knochen an Hunden ausgeführt hat. Bei seinen Operationen trennte er meistentheils das Periost auf das sorgfältigste von den Knochen ab und liess es in der Wunde zurück. Seine Beobachtungen zeigen die Möglichkeit eines Ersatzes des entfernten Knochens durch Knochenmasse, welche zwar meist ihrer Gestalt und Grösse nach dem exstirpirten Knochen durchaus nicht ähnlich ist, die Festigkeit und Gebrauchsfähigkeit des Gliedes aber wiederherzustellen vermag. Die unregelmässigen Fortsätze, welche an den neuen Knochen sich häufig bildeten, und gewöhnlich Muskeln zur Insertion dienten, kann man nach den Abbildungen, welche Feigel [1]) giebt, nicht ohne einige Phantasie mit den normalen Fortsätzen und Erhabenheiten des entfernten Knochens vergleichen, nur einzelne Fälle dürfen mit Recht so gedeutet werden. Am wenigsten hatten die Gelenkenden des neuen Knochens die Form der exstirpirten Gelenkfortsätze wieder angenommen, eine Beobachtung, welche ganz allgemein gilt, und welche auch Textor nach Resectionen in der Contiguität gemacht und damit die entgegenstehende Behauptung Caspari's [2]) zurückgewiesen hat.

Wurde das Periost mit entfernt, so war der Ersatz durch neue Knochenmasse selbst nach langer Zeit nur äusserst spärlich. Einzelne Knochenkerne fanden sich zwischen den unter einander zu einer festen Narbe verwachsenen Weichtheilen. Die Erscheinungen, welche der Operation bald folgten, waren bedeutende Anschwellung und Infiltration der Weichtheile mit röthlich braunem serösen Exsudat, namentlich wenn durch Wiedereinlegung des exstirpirten Knochens die Entzündung zu einem hohen Grade gestei-

---

[1]) l. c.

[2]) Ueber die Entstehung der Knochenkrankheiten. Graefe und Walther Journal Bd. 5.

gert wurde. Reichliche Eiterung folgte darauf und durch Granulation heilten die Wunden. War die Entzündung nicht sehr bedeutend, so fand sich schon in den ersten Tagen das Periost geschwollen, lebhaft geröthet, mit vielen feinen injicirten Gefässen durchzogen und zwischen den Blättern desselben eine sulzige röthliche Masse. Einige Zeit später waren einzelne Knochen- oder Knorpel-Kerne auf der Innenfläche des Periosts abgelagert, welche sich allmälig vergrösserten und schliesslich mit einander zu einer Knochenmasse verschmolzen oder durch fibröse starke Membranen mit einander verbunden waren. In früherer Zeit war die neue Knochenmasse vollkommen solide, später zeigten sich Spuren einer neuen Markhöhle als ein theils netzförmiges, theils zelliges mit einer feinen röthlich braunen Membran ausgekleidetes und Mark enthaltendes Knochengewebe in derselben. Heine sah jedoch diese Markhöhle nur bis zu einem gewissen Grade durch den ganzen Knochen ausgebildet. Gewöhnlich ist nach Exstirpation langer Knochen der neue Knochen bedeutend kürzer als der entfernte. Nach der Exstirpation nur eines Knochens an zweiknochigen Gliedern war der zurückgebliebene Knochen häufig mit neuer Knochenmasse bedeckt, welche sich mit einiger Gewalt abheben liess und unter sich die glatte Oberfläche des Knochens zeigte. Auch hier verkürzte sich das Glied meistens beträchtlich, indem der zurückgebliebene Knochen eine entsprechende Krümmung annahm. Contracturen in den nächstliegenden Gelenken waren die weitere Folge dieser Verkürzungen. Nach Exstirpation beider Knochen eines Gliedes fand Reproduction für zwei von einander getrennte Knochen statt, welche nur an einzelnen Stellen mit einander verlöthet waren.

Das Periost, häufig verdickt, bekleidete den neuen Knochen. Mit demselben setzten sich die Muskeln in ziemlich normaler Anordnung und im Verhältniss der Verkürzung des Gliedes contrahirt, sowohl der ganzen Länge nach als besonders an den unregelmässigen Erhabenheiten des Knochens an. War der Ersatz kein vollständig knöcherner, so inserirten sich die Muskeln auch an den von Periost überzogenen fibrösen oder knorpligen Theilen. Das Spiel der Muskeln war durch Verwachsungen derselben un-

tereinander fast nie gehindert. Hatten Fortsätze des exstirpirten Knochens gewissen Sehnen zur Stütze oder Rolle gedient, so waren dieselben, wenn nicht durch neue Knochenvorsprünge, doch dadurch ersetzt, dass sich an der neuen Knochenmasse fibröse Scheiden gebildet hatten, in welchen die Sehnen sich etwas hin und her bewegten. So sah es Heine nach einer Exstirpation der Fibula sammt dem Periost an den Sehnen der Mm. peronaei da, wo sie um den Malleolus externus verlaufen.

Die Gelenkenden des neuen Knochens waren auf der den Gelenkflächen des angrenzenden Knochens zugewendeten Seite mit einem starken glatten fibrösen oder knorpelartigen (?) Ueberzug bedeckt. Ueber den Gelenkknorpeln der nächsten Knochen lagen Reste der alten Gelenkkapseln oder ein dünnes Zellgewebe, welches sich in einen starken kurzen fibrösen Strang zu dem neugebildeten Knochen fortsetzte. In anderen Fällen war eine neue Gelenkkapsel um die entsprechenden Knochenenden wieder gebildet, welche mit einer glatten Synovialmembran überzogen, eine der Synovia ähnliche Flüssigkeit enthielt. In einem solchen zwischen dem unteren Ende eines neugebildeten Femur und dem oberen Ende der Tibia wieder entstandenen Gelenk fanden sich sogar die Ligamenta cruciata wieder. Zuweilen bestand zwischen der neugebildeten Knochenmasse und der nächsten normalen Gelenkfläche ein ziemlich bedeutender Zwischenraum. Der Knochen setzte sich dann in einen sehr festen aber biegsamen Strang fort, und dieser stand durch ein weicheres fibröses Gewebe mit der angrenzenden Gelenkfläche in Verbindung. So war auch der Zusammenhang zwischen einer neugebildeten Rippe und dem Rippenknorpel. In seltenen Fällen lag zwischen den Gelenkflächen des neugebildeten und des unversehrten Knochens ein etwa eine Linie dicker Meniscus, welcher aber wahrscheinlich aus fibrösem Gewebe bestand.

Die angegebenen Erfolge beziehen sich gleichmässig auf die Exstirpation langer, platter und kurzer Knochen. Nach der Exstirpation des Calcaneus fand Neubildung von Knochenmasse statt. Dieselbe diente der Achillessehne zur Insertion und articulirte bei vollkommener Gebrauchsfähigkeit des Beines mit den anliegenden Gelenkflächen.

Fassen wir die Resultate kurz zusammen, welche von den verschiedenen Experimentatoren über den Heilungsprozess nach Knochenresectionen in Bezug auf die Regeneration der Knochen und die bei derselben durch den Reichthum ihrer Blutgefässe wirksamen Gewebe gewonnen sind, so ergiebt sich Folgendes:

1) Das Periost spielt die Hauptrolle bei dem Ersatz der durch Resectionen entstandenen Defecte der Knochen, in dem Grade, dass es allein hinreichend ist, neue Knochenmasse, welche den entfernten Knochen ersetzen kann, zu bilden. An den Schädelknochen übernimmt wahrscheinlich die Dura mater die Rolle des Periost.
2) Auch ohne Periost kann jedoch Knochenreproduction, wenn auch nur in geringem Grade, stattfinden.
3) Diese Reproduction geschieht
   a) von der Markhöhle oder der Diploë aus, insoweit dieselben verletzt sind;
   b) von den die Knochen umgebenden Weichtheilen.
4) Die Knochensubstanz selbst scheint nicht zur Knochenreproduction beizutragen. Nur Klencke spricht sich dafür aus und nimmt bei dem Prozess der Exsudation von der Knochensubstanz eine theilweise Erweichung derselben an.
5) Es scheint durch Entzündung der genannten Theile das zur Knochenregeneration nothwendige Exsudat geliefert zu werden. Reize, welche die Entzündung steigern, steigern auch den Reproductionsprozess.
6) Das Exsudat ist anfangs röthlich, leim- oder gallertartig und durchläuft die Entwicklungsstufe des Knorpels, ehe es sich in Knochen verwandelt.
7) Die neugebildete Knochenmasse ist anfangs solide, erst in späterer Zeit kann sich in derselben eine Markhöhle bilden.
8) In den allerseltensten Fällen wird der Defect der Knochen durch neue Knochenmasse vollständig oder selbst überschüssig ersetzt. Noch seltener besitzt die neue Knochenmasse die Gestalt des entfernten Knochens. Ist der Ersatz des Defectes ein vollständig knöcherner, so ist doch eine quantitative Differenz der neuen und der entfernten Knochenmasse

vorhanden und nur durch Annäherung der Schnittflächen des Knochens an einander bei entsprechender Verkürzung und Krümmung des Gliedes ausgeglichen. Hat diese nicht statt gehabt oder ist aus anderen Ursachen die neugebildete Knochenmasse nicht ausreichend, den Defect vollständig zu ersetzen, so bleibt derselbe entweder zurück oder fibröses Gewebe tritt an seine Stelle, in welches häufig einzelne Knochenkerne eingelagert sind.

III.

Eigene Experimente und anatomische Untersuchungen an Thieren.

Bevor ich mich nunmehr zu meinen eigenen Experimenten und anatomischen Untersuchungen an Thieren wende, muss ich einige erklärende und entschuldigende Worte voranschicken. Ich war lange Zeit zweifelhaft, ob es nothwendig oder doch zweckmässig sei, die Experimente und die Befunde der daran sich knüpfenden anatomischen Untersuchungen, jedes für sich mitzutheilen und der Entwicklung meiner Ansichten über den Heilungsprozess nach Knochenresectionen voranzuschicken, oder ob ich besser ohne diese Aufzählung, allein die Resultate, welche ich von den Untersuchungen abstrahiren musste, in geordneter Folge auseinandersetzte. Ich habe mich für das Letztere entschieden, weil ich während des Arbeitens nach dem ersten Plane einsah, dass ich fortwährende weitläufige Wiederholungen und bei grossen Varietäten des Heilungsprozesses doch in Betreff der wichtigsten Erscheinungen desselben eine ermüdende Monotonie nicht vermeiden konnte. Ich fand ferner, dass ich das ganze Material, welches in der Beschreibung meiner Experimente zerstreut enthalten ist, vollständig und verarbeitet, in den folgenden Blättern wiedergab und dass für das Verständniss des Heilungsprozesses, wie ich es gewonnen zu haben glaube, aus der Aufzählung der Experimente, auf welche sich dasselbe stützt, nichts mehr hervorgeht, als was etwa aus dem Folgenden entnommen werden kann. Ich musste demnach fürchten, durch die ausführliche Mittheilung der einzelnen Untersuchungen

meine Arbeit nur umfangreicher zu machen, und strich deshalb jenen Abschnitt aus derselben. Ich theile am Schluss nur diejenigen Versuche einzeln mit, welchen die Abbildungen entnommen worden sind, um diese dadurch verständlicher zu machen.

Meine Experimente machte ich an Kaninchen und an Tauben. Sie beziehen sich hauptsächlich auf Resectionen in der Contiguität und in der Continuität. Einige Exstirpationen von Knochen schliessen sich an dieselben an. Ich glaubte die Hauptunterschiede des Heilungsprozesses, namentlich in Rücksicht auf die bei Thieren so mangelhafte Nachbehandlung, dann aufzufinden, wenn ich meine Operationen so ausführte, dass ich

1) eine überknorpelte Gelenkfläche der Schnittfläche des Knochens gegenüber stellte und deshalb resecirte ich das Caput humeri allein,
2) indem ich zwei Schnittflächen eines oder zweier Knochen einander gegenüber brachte. Dazu resecirte ich aus der Continuität des Radius.

Ich wählte diesen Knochen, weil nach seiner Trennung die Ulna als feste Stütze am besten die Unbeweglichkeit der resecirten Enden des Radius sichern konnte. Um die ruhige Stellung der Extremität, an welcher operirt war, weiter noch zu sichern, resecirte ich bei Kaninchen und Tauben immer an der vordern Extremität, weil die Kaninchen sie beim Laufen weniger gebrauchen, als die hintern Extremitäten und weil man bei Tauben durch Aneinanderbinden der Flügel auch an dem Rumpf eine feste Stütze für das operirte Glied findet. Bei Kaninchen kommt es noch zu statten, dass die Thiere meist das operirte Bein hängend und an den Leib angezogen tragen.

Die Resectionen des Caput humeri machte ich grösstentheils an Kaninchen. Die Operation ist einmal bei diesen Thieren leichter auszuführen, als bei Tauben; sodann sind die anatomischen Verhältnisse des Schultergelenks bei den Kaninchen denen des Menschen viel ähnlicher, als es bei Tauben der Fall ist. Der Gelenkkopf des Humerus fehlt bei diesen, wenigstens in rundlicher Form; der Knochen ist an seinem oberen sehr breiten Ende mit einer länglichen sehr wenig abgesetzten und kleinen Gelenkfläche versehen, welche mit der sehr kleinen von der Scapula und dem

Os coracoideum gebildeten Gelenkfläche articulirt. Ferner ist der Humerus bei Tauben pneumatisch und man kann bei der Resection des oberen Endes die Verletzung der in dasselbe einmündenden Luftsäcke nicht vermeiden, ein Umstand, welcher übrigens weder während des Lebens noch bei der Section wahrnehmbare krankhafte Veränderungen nach sich zieht.

Die Resectionen in der Continuität des Radius und die Exstirpation dieses Knochens machte ich meist bei Tauben. Die Vorderarmknochen liegen bei Kaninchen so dicht an einander, dass es äusserst schwierig ist und grosse Vorsicht erheischt den Radius zu reseciren, ohne die Ulna anzuschneiden oder den Schnitt selbst durch die ganze Dicke derselben zu führen. So kam es einigemal, dass ich wider meinen Willen ein Stück aus dem Radius und der Ulna zugleich resecirte. Bei Tauben liegen die Vorderarmknochen so weit von einander, dass die Operation mit grosser Leichtigkeit gemacht werden kann. Eben deshalb exstirpirte ich bei ihnen den Radius. Es hat der grosse Zwischenraum zwischen Radius und Ulna bei den Tauben aber wieder den Nachtheil, dass nach der Continuitätstrennung des Radius die Ulna nicht im Stande ist, die Unbeweglichkeit der Fragmente des Radius vollständig zu sichern.

Nur einmal habe ich Radius und Ulna bei einem Kaninchen zugleich exstirpirt. Das Thier starb wenige Tage nach der Operation.

Die Resection des Oberarmkopfes bei Kaninchen führte ich in folgender Weise aus. Nachdem die Haare abgeschoren waren, durchschnitt ich an der Vorderseite des Gelenks etwa in der Mittellinie desselben die Haut und die Muskeln mit einem etwa einen Zoll langen in der Axe des Oberarms verlaufenden Schnitte von dem Rande der Gelenkfläche der Scapula bis etwas unterhalb des Gelenkkopfes. Die sogleich zu Tage liegende glänzend weisse Gelenkkapsel wurde durch eine quer über den Kopf laufende Incision eröffnet; bei einer Rotation des Kopfes nach aussen die an das Tuberculum minus sich ansetzenden Muskeln hart an demselben durchschnitten, darauf nach einer Drehung des Kopfes nach innen die Muskeln von dem Tuberculum majus getrennt. Die Luxation des Kopfes und seine völlige Trennung von den Weichtheilen

durch Schnitte, welche hinter den Knochen geführt wurden, geschah dann mit Leichtigkeit. Zuletzt wurde der mit einer Hakenzange fixirte Kopf entweder allein oder mit einem Stück der Diaphyse abgesägt. Die Sehne des langen Kopfes des M. biceps liegt soweit nach innen und vorn, und weicht mit solcher Leichtigkeit aus dem sehr flachen Sulcus intertubercularis, dass sie bei der Operation oft gar nicht zu Tage kam und nie verletzt wurde. Grössere Gefässe oder Nerven wurden fast niemals durchschnitten; die Blutung war fast immer sehr unbedeutend.

Zur Resection des Radius in der Continuität drang ich, nachdem die geschorene oder ihrer Federn beraubte Haut durchschnitten war, durch ein Muskelinterstitium auf den Knochen ein. Die Muskeln wurden mit feinen Pincetten zur Seite gehalten. Lag der Knochen frei, so löste ich entweder das in der Länge des zu resecirenden Stückes gespaltene Periost mit möglichster Schonung desselben, los, was mir nach einiger Uebung ziemlich gut gelang, oder ich durchschnitt das Periost an den Stellen des Knochens quer, auf welche die Sägenschnitte fallen sollten. Durch ein unter das zu entfernende Stück geschobenes Band wurden sodann die Weichtheile sorgfältig geschützt und der Knochen über dem Bande durchsägt. Knochenspitzen, welche etwa auf der Sägefläche stehen geblieben waren, wurden mit der Knochenscheere abgekniffen. Eine Quetschung der Weichtheile ist ohne den Schutz des Bandes niemals zu vermeiden, doch findet sie namentlich, wenn der Raum zwischen Ulna und Radius so eng ist, wie bei Kaninchen, auch nach dem Durchschieben des Bandes in etwas statt.

Die Exstirpation des Radius führte ich in ganz ähnlicher Weise aus. Das Periost schonte ich dabei nicht. War der Knochen blossgelegt, so durchsägte ich ihn in der Mitte und exarticulirte dann das obere und das untere Ende.

Grosse Gefässe und Nerven wurden bei diesen Operationen fast nie verletzt, die Blutung war stets eine sehr unbedeutende.

In der ersten Zeit vereinigte ich die Wunden immer durch Knopfnäthe. Als ich aber bemerkte, dass dadurch ein festes Verkleben der Wundränder erreicht, die Eiterung unter denselben aber nicht vermindert werde und ich den mangelhaften Abfluss des anfangs blutig serösen, sehr reichlichen, später des eitrigen

Exsudates als Ursache grosser Eitersenkungen und vielleicht der bedeutenden Sterblichkeit der Thiere nach der Operation ansehen musste, vereinigte ich die Wunden nicht mehr. Die resecirten Knochenenden schob ich möglichst tief unter die Weichtheile, schloss die Wunde bei Kaninchen durch lockeres Zusammendrehen der Haare, und sah nur in sehr wenigen Fällen den Knochen durch die Wunde wieder hervordringen. Das Mortalitätsverhältniss wurde darauf ein sehr viel günstigeres, namentlich dann, wenn ich in der ersten Zeit die Wunden täglich mit Wasser reinigte und Ansammlungen von seröser Flüssigkeit oder Eiter an entfernteren Theilen durch Incisionen Abfluss verschaffte.

Ausser diesem war für die Nachbehandlung wenig zu thun. Ein fester Verband, welchen ich in der verschiedensten Weise den Thieren anzulegen versuchte, wurde niemals gelitten und schnell zernagt und abgerissen. Der einzige Verband, welchen ich nicht versucht habe, weil ich leider zu spät darauf kam, ist das Eingiessen der ganzen Extremität in Gyps. Ich weiss nicht ob er sich besser bewährt haben würde, als das Einwickeln des Gliedes und des grössten Theils des Rumpfes in Binden, mit oder ohne Kleister, mit oder ohne Anlegung von Schienen, besser als die Anlegung von Schienen mit vielfachen Heftpflastertouren; besser als das Einschliessen der Extremität in eine Hülse von Gutta Percha, welche mit gekleisterten Binden befestigt wurde. Hielt der Verband, so war er gewöhnlich so fest, dass ich ihn wegen bedeutender ödematöser Anschwellung in der Umgegend desselben und aus Besorgniss vor Gangrän wieder entfernen musste. Am ruhigsten hielten sich die Thiere, wenn ich sie in gesonderte, wo möglich dunkle Räume sperren konnte. Ich musste dies aber bald aufgeben, weil die Thiere unter solchen Verhältnissen mehr erkrankten und starben als sonst.

Es ist mir sonach nicht gelungen, die unbewegliche Stellung der von der Operation betroffenen Theile zu erreichen; und ich wage nicht zu behaupten, dass alle von mir versuchten Mittel auch nur so weit ihren Zweck erfüllt hätten, dass damit eine Unbeweglichkeit hergestellt wäre, welche sich der nach Resectionen bei Menschen möglichen nur annäherte.

Tauben ertragen die Resectionen viel besser als Kaninchen.

Von zwölf Tauben starb keine, von 45 Kaninchen dagegen 21. Der Tod erfolgte in früherer oder späterer Zeit nach der Operation, oft erst nach sechs bis sieben Wochen. Ich fand dann gewöhnlich nach Resectionen des Oberarmkopfes ausgedehnte Eitersenkungen in dem subcutanen Bindegewebe und den Muskelinterstitien, nicht nur an dem operirten Beine selbst, sondern längs der Fossa supra- und infraspinata, an der Brust und von da zuweilen selbst längs des ganzen nicht operirten Vorderbeines, häufiger an dem Bauche entlang bis zu den Geschlechtstheilen. Fast immer waren frischere oder ältere Adhaesionen zwischen den Blättern der Pleura, seröses Exsudat in den Pleura-Höhlen, Verwachsungen des Pericardium mit dem Herzen, das schönste Cor villosum, und Induration und Abscessbildung oder ausgedehnte Tuberkelablagerungen meist in den oberen Lungenlappen, zuweilen in der Muskelsubstanz des Herzens vorhanden. Die Venen an dem operirten Gliede bis zum Herzen zeigten nie krankhafte Veränderungen. Die Organe der Bauchhöhle waren immer gesund. Nur zweimal fand ich in der Leber die von Kauffmann [1]) beschriebenen, meist für Psorospermien gehaltenen Körper in zerstreuten kleinen weissen Bläschen. Nach Resectionen in der Continuität des Radius erfolgte der Tod viel seltener. Es fehlten dann die Eitersenkungen, dagegen fanden sich die von Entzündung der Brustorgane abhängigen Veränderungen.

Erfolgte der Tod in früher Zeit nach der Operation, so war in den von demselben betroffenen Theilen keine Spur von Regeneration des Substanzverlustes zu entdecken. Eine graulich oder grünlichweisse schmierige Sulze bedeckte gleichmässig den Knochen wie die Weichtheile im Bereich der Wunde. Die Weichtheile waren zuweilen morsch und brüchig und von derselben Sulze infiltrirt. War längere Zeit zwischen der Operation und dem Tode verstrichen, so waren die Producte des Heilungsprozesses an den verwundeten Theilen allerdings vorhanden, standen aber in ihrer Entwicklung meist wesentlich hinter denen zurück, welche ich bei einem relativ gesund gebliebenen und in gleicher Zeit nach der

---

[1]) Analecta ad Tuberculorum et Entozoorum cognitionem. Dissert. inauguralis Berol. 1847.

Operation getödteten Thiere vorfand. Es war der Heilungsprozess in solchen Fällen durch das Erkranken des Thieres nicht merklich geändert, aber merklich verzögert worden. Einige Verschiedenheiten, welche dabei gefunden wurden, weichen von der Norm des Heilungsprozesses nicht wesentlich ab, und können als Varietäten desselben in dem Folgenden berührt werden.

Darstellung des Heilungsprozesses nach eigenen Untersuchungen.

---

1. Resection in der Contiguität.

In den meisten Fällen erreichen die entzündlichen Erscheinungen nach Resectionen in der Contiguität einen sehr hohen Grad. Sie schwinden gewöhnlich mit dem Beginn der Eiterung, welche gut und mässig bleibt, wenn das Secret freien Abfluss hat, welche aber, wenn dies nicht der Fall ist, neben fortdauernden entzündlichen Erscheinungen sehr reichlich wird und sich weit verbreitet. Prima intentione habe ich die Heilung in keinem Falle zu Stande kommen sehen. Ich sah wohl die durch Knopfnäthe vereinigte Wunde der Weichtheile sich prima intentione schliessen, konnte dies aber immer nur als ein ungünstiges Ereigniss betrachten, da unter den vereinigten Weichtheilen die Entzündung in Eiterung überging und der weitere Verlauf dadurch ein weniger guter war als sonst. Steinlin sah nach der Decapitation der Tibia und Fibula im Kniegelenke zweimal die Heilung prima intentione. Die endlichen Resultate waren in diesen Fällen keine besseren, als diejenigen, welche bei freiem Abfluss des Secretes durch die Heilung secunda intentione zu Stande kamen.

In den ersten Tagen nach der Resection in der Contiguität, oft schon nach zwölf Stunden findet man eine bedeutende, fluctuirende, bei Berührung meist sehr schmerzhafte Geschwulst um die

Resectionsstelle, welche theils von Anschwellung der das Gelenk umgebenden Weichtheile, theils von Blutextravasat, hauptsächlich aber von einem reichlichen, serösen, blutig gefärbten Exsudate herrührt. Sie ist besonders stark, wenn die Operationswunde fest verschlossen ist und nimmt schnell ab, wenn man der Flüssigkeit Abfluss verschafft. Geschicht dies nicht, so nimmt die Anschwellung allmälig zu, das Exsudat infiltrirt das subcutane Bindegewebe, so wie das Bindegewebe in den Muskelinterstitien und man findet einige Tage nach der Operation die ganze Extremität, oft auch die angrenzenden Theile, namentlich die Brust stark gespannt, oedematös und äusserst schmerzhaft. In seltenen Fällen kommt es bei dem Nachlass der Entzündung in den weiter folgenden Tagen zu einer mehr oder weniger vollständigen Resorption des Exsudates; meist verwandelt sich dasselbe in Eiter und giebt somit Veranlassung zu den schon erwähnten sehr bedeutenden Eitersenkungen. Die Geschwulst wird um diese Zeit teigig, weniger schmerzhaft. Später wird der bei Kaninchen schon anfangs dickliche Eiter immer consistenter, da wo er sich angesammelt hat, trocken, bröcklich; die Geschwulst ist alsdann hart und allmälig schmerzlos geworden. Man findet dann zuweilen eine Reihe an einander liegender, oft unter einander communicirender Abscesse, welche von einer starken fibrösen Membran eingekapselt sind. Zuweilen bahnt sich der Eiter einen Weg nach aussen; die Haut in der Umgegend der Oeffnung ist dann in grösserem oder geringerem Umfange ulcerirt.

Eine zweite Ursache der Eitersenkungen sind die der Operation unmittelbar folgenden Blutextravasate. Wahrscheinlich stammen dieselben aus den bei der Operation durchschnittenen Gefässen; sie finden sich aber in auffallend grosser Ausdehnung theils in dem subcutanen Bindegewebe, theils in den Muskelinterstitien. Ich fand sie nach der Resection des Caput humeri fast constant längs des Oberarms und in der Fossa supra- und infraspinata, seltener auch in der Fossa subscapularis. Sie gehen allmälig die Umwandlung in Eiter ein.

Bei dem Menschen scheinen die oedematöse Anschwellung der Extremität und die Eitersenkungen nach Resectionen in der Contiguität viel seltener vorzukommen, doch findet man in den Kran-

kengeschichten auch Beispiele davon. Seutin namentlich theilt einen Fall von Resectio capitis humeri mit, in welchem bedeutende Eitersenkungen genau an denselben Stellen vorgekommen sind, an welchen ich sie nach derselben Operation bei Kaninchen beobachtete und in welchem Pleuropneumonie den Tod herbeiführte. Steinlin sah, mündlicher Mittheilung zufolge, nach der Resection der oberen Epiphysen der Tibia und Fibula an Kaninchen nicht häufig, und immer nur am Unterschenkel und Fuss die genannten Erscheinungen.

Die Anschwellung der Weichtheile in der Umgegend des resecirten Gelenkes verliert sich allmälig. Die das Gelenk umgebenden Muskeln, theils durchschnittene, theils unversehrte sind anfangs nur locker an einander gelöthet; später, etwa um den sechsten bis achten Tag, sind sie, namentlich in ihren der Wundhöhle zunächst gelegenen Theilen, mehr oder weniger fest mit einander verwachsen und bilden, indem sie um die unverletzte Gelenkfläche und an den resecirten Knochen unterhalb der Schnittfläche sich ansetzen, eine feste Kapsel, welche, wenn die zur Operation gemachte Incision schon verklebt ist, vollständig geschlossen ist.

Unmittelbar nach der Operation verkleinert sich die durch dieselbe entstandene Höhle durch die Contraction der Muskeln, welche den resecirten Knochen der unverletzten Gelenkfläche nähert. Messungen über die dadurch entstehende Verkürzung der Extremität sind äusserst schwierig so anzustellen, dass sie ein absolut richtiges Resultat gäben. Im Allgemeinen fand ich, wenn ich den Kopf mit einem Theil der Diaphyse des Humerus, im Ganzen ein sechs Linien langes Stück resecirt hatte, eine Verkürzung von vier Linien. Nach einiger Zeit, gewöhnlich schon nach zwei bis drei Stunden, scheint die Muskelcontraction nachzulassen; ich fand dann wenigstens oft gar keine Verkürzung oder nur eine Differenz von zwei Linien. Die dadurch sich vergrössernde Höhle wird mit einem aus der Markhöhle des durchschnittenen Knochens kommenden Blutextravasat angefüllt, welches nach oben halbkugelförmig zugerundet, sich gegen die unversehrte Gelenkfläche anlehnt, die durchschnittenen Knochenränder bedeckt und ein wenig in die Markhöhle hineingeht. In dem Umfange dieses Blutgerinnsels, welchem ich in allen Fällen begegnete, sah ich bedeutende

Unterschiede. Bald war dasselbe nur eine halbkuglige Kappe auf der Schnittfläche des Knochens, bald erreichte es die Grösse einer Kirsche. Es scheint dies Schwanken abhängig zu sein von der Grösse der Höhle, welche nach der Operation vorhanden ist. War die Verkürzung der Extremität eine bedeutende oder nur ein kleines Stück vom Humerus resecirt, so war das Blutgerinsel klein; war das Umgekehrte vorhanden, so fand ich regelmässig ein bedeutendes Coagulum. Bei microscopischer Untersuchung bestand dasselbe aus den dem geronnenen Faserstoff eigenthümlichen starren Fasern, aus rothen geschrumpften Blutkörperchen, einer Menge blasser Zellen, den Lymphkörperchen am ähnlichsten, welchen Elementen in der Nähe der Markhöhle noch Fetttropfen und Fettkörnchen in grosser Menge beigegeben waren. Allmälig schrumpft dies Blutgerinsel zu einer gelbröthlichen oder bräunlichen festen Masse ein, welche nach und nach verschwindet, indem sie wahrscheinlich mit dem Eiter fortgespült wird.

An Stelle des Gerinsels treten dann die Granulationen, welche von der innern Wand der um die Gelenkgegend gebildeten Kapsel der Weichtheile aufschiessen. Je nachdem sie üppig sind, füllen sie die Höhle mehr oder weniger vollständig aus. Aus ihnen oder aus dem von ihnen gelieferten Exsudate bildet sich Bindegewebe, welches, wenn die Granulationen nur in dünner Schicht aufgeschossen sind, als eine Membran die Innenfläche der von den Muskeln gebildeten Kapsel bedeckt und dann eine neue Gelenkkapsel darstellt, an welche die Muskeln sich ansetzen. War die ganze Höhle von Granulationen erfüllt, so entsteht aus denselben ein festes solides Gewebe zwischen dem resecirten Knochenende und der Gelenkfläche, welches mit der innern Fläche der die Resectionsstelle umgebenden Weichtheile zusammenhängt. Steht es nur mit diesen in Verbindung, wie ich dies oft beobachtet, so ist die bewegliche Verbindung zwischen dem resecirten Knochen und der unversehrten Gelenkfläche ausser durch die Muskeln, durch die äusserste den Muskeln zunächst gelegene Schicht des neugebildeten Bindegewebes hergestellt und der die übrige Höhle füllende Theil bildet in grossem Maassstabe das, was man bei anatomischen Untersuchungen an menschlichen Leichen einen Meniscus genannt hat. Dieser sogenannte Meniscus kann aber

auch bedeutend kleiner sein und findet sich in der Form einer ziemlich schmalen soliden Platte von Bindegewebe, welche in der neugebildeten Gelenkkapsel quer von der einen Wand derselben zur andern zwischen Schnittfläche des Knochens und unversehrter Gelenkfläche ausgespannt ist. In andern Fällen ist die solide Bindegewebsmasse ausser mit den Muskeln auch mit der Resectionsfläche des Knochens und mit der Gelenkfläche verwachsen. Wie diese Verbindung zu Stande kommt, wird in dem Folgenden gezeigt werden.

Durch die Verschiedenheiten in der Quantität der Granulationen entstehen bei der Umwandlung derselben zu Bindegewebe noch andere mannigfach verschiedene Formen. Eine der häufigsten, welche ich antraf, war die, dass die Bindegewebsmasse den Raum zwischen dem obern Ende des resecirten Knochens vollständig auszufüllen schien, dass aber inmitten derselben noch eine kleine Höhle sich vorfand, welche als eine durch die Dicke ihrer Wandungen verkümmerte neugebildete Gelenkkapsel zu betrachten ist und sich auch in Bezug auf ihren Inhalt den neugebildeten vollkommenen Gelenkkapseln ziemlich analog verhält.

Die neugebildete Gelenkkapsel, welche von der Insertion der Muskeln um die unversehrte Gelenkfläche bis zur Insertion derselben an den resecirten Knochen sich erstreckt, schliesst bald das obere Ende dieses letztern mit ein, so dass der in näher zu bezeichnender Weise neugebildete Kopf innerhalb derselben an der Gelenkfläche articulirt oder etwas entfernt von dieser sich bewegt; bald setzt sie sich mit ihrem untern Rande an das obere Ende des resecirten Knochens an. Es hängt diese Verschiedenheit zum grossen Theile von der Ausführung der Operation ab. Wird nämlich der Knochen weiter nach abwärts von Muskeln entblösst, als er durchgesägt wird, und wird das Periost auf dem von Muskeln entblössten Ende, welches nicht mit entfernt wird, erhalten, so tritt der erstere Fall ein; wird dagegen der Knochen hart an der Stelle durchsägt, bis zu welcher er von Muskeln entblösst ist, oder wird das unter der Schnittfläche befindliche freigelegte Knochenstück durch Verletzung des Periosts nekrotisch und exfoliirt, so setzt sich die Kapsel mit ihrem untern Rande an das obere Ende des Knochens an.

Dass die Reste der normalen Gelenkkapsel zur Bildung von Granulationen und der daraus entstehenden neuen Gelenkkapsel beitrügen, wie Steinlin dies vorzugsweise denselben zuschreibt, habe ich niemals beobachtet. Ich fand die allerdings spärlichen Reste der normalen Gelenkkapsel des Schultergelenks immer vor der Cavitas glenoidea nach einwärts geschlagen, zuerst zwischen dem Blutgerinsel und dem Gelenkknorpel, später zwischen diesem und den Granulationen. Sie waren anfangs stark durchfeuchtet, später eitrig infiltrirt, wurden morsch, leicht zerreisslich und schienen mir immer nekrotisch und exfoliirt zu werden.

Die Granulationen, welche von den die Gelenkhöhle umgebenden Muskeln aufschiessen, bestehen aus dunkel contourirten Kernen und aus dicht durcheinander liegenden runden Zellen mit zarter Zellenmembran, Kern und Kernkörperchen. Die Umwandlung in Bindegewebe geht auf dem Wege der Verlängerung der Zellen zu spindelförmigen Körpern, welche mit ihrer Längsaxe mehr parallel gelagert sind, und durch Verschmelzung dieser Körper zu Fasern vor sich. Zwischen den spindelförmigen Zellen liegen langgestreckte dunkle Kerne hie und da. Ihre Entwicklung zu Kernfasern habe ich nicht beobachten können. Die Kernfasern fand ich, nach Zusatz von Essigsäure, in verhältnissmässig geringer Anzahl in dem neugebildeten Bindegewebe. Den spiralen Verlauf um Bündel von diesem konnte ich niemals sehen. Weder in dem jungen Bindegewebe, noch in dem vollständig entwickelten habe ich hier jemals Knorpelzellen entdecken können. So bestehen auch die schon beschriebenen sogenannten Menisci nur aus Bindegewebe. Im Allgemeinen beobachtete ich, dass die Bindegewebsfasern in den den Muskeln zunächst gelegenen Partieen einen mehr parallelen Verlauf hatten, während sie nach der freien Fläche des neuen Gewebes hin sich vielfach in Bündeln durchkreuzten. Ebenso war der Unterschied an den quergelagerten Platten, den sogenannten Menisci, zwischen den freien Flächen und den tieferen Partieen derselben.

Entsteht nach nicht bedeutender Entzündung und nicht zu reichlicher Granulation eine mehr oder weniger starke Gelenkkapsel, so bedeckt sich die innere Wandung dieser Kapsel in seltenen Fällen nach einiger Zeit mit einer Schicht von Pflasterepithe-

lium und die Höhle füllt sich mit einer Flüssigkeit, welche nur durch etwas geringere Consistenz von der normalen Synovia unterschieden ist. Eine eigene Synovialmembran, wie sie Steinlin beobachtet hat, welche sich von der Kapsel loslösen liess, habe ich niemals gefunden. Ebenso wenig die Synovialfortsätze (Epithelialfortsätze), welche in Schleimbeuteln, Sehnenscheiden, und auf der Synovialhaut der Gelenke gefunden werden und von Steinlin in neugebildeten Gelenken ebenfalls wiedergesehen worden sind. Dass die Zellen, welche ich von der innern glatten Wand der Kapsel abstreifte, Epithelialzellen seien, schloss ich aus ihrer polygonalen Form, ihrer dichten Aneinanderlagerung, aus dem allmäligen Erblassen der Zellenwand und dem stärkeren Hervortreten des dunklen Kernes, welcher öfter in mehrere Stücke zerfiel, nach Zusatz von Essigsäure. Es ist dies bei jungen Epithelialzellen beobachtete Zerspalten des Kernes zwar auch den Kernen der Eiterzellen eigenthümlich, jedoch war mit diesen eine Verwechselung nach der Grösse, der Form und der regelmässigen Anordnung der Zellen gar nicht möglich. Die in der Kapsel enthaltene Flüssigkeit ist serös gelblich, etwas trübe, mit röthlichen Punkten gemischt, fadenziehend. Sie zeigt unter dem Miscroscop in einer blass gelblichen, wenig getrübten Masse, etwas geschrumpfte Epithelialzellen, welche offenbar von der Wand der Kapsel abgestossen waren, sodann granulirte kleine bräunliche Körperchen, welche die meiste Aehnlichkeit mit geschrumpften Blutkörperchen hatten, endlich Fetttröpfchen von verschiedener Grösse. Den Ursprung dieser beiden Elemente bin ich nicht im Stande nachzuweisen. Ich beobachtete das Vorkommen des Pflasterepitheliums und der Synovia nur in drei Fällen von der vierten Woche nach der Operation an. Zwei derselben sind im Folgenden beschrieben und haben die auf Taf. I. Fig. 6—8 und Taf. III. Fig. 4—7 abgebildeten Präparate geliefert.

Einer besondern Erwähnung werth ist noch das Verhalten der bei der Operation unverletzten Sehne des langen Kopfes des M. biceps. Mat hat vielfältig behauptet, dass die Erhaltung dieser Sehne, welche bei Operationen am Menschen mit einiger Mühe verknüpft ist, ohne Nutzen für die spätere Gebrauchsfähigkeit der Extremität sei, weil dieselbe nekrotisire und während des Eite-

rungsprozesses exfoliirt werde. Ich habe von einer solchen Nekrose und Exfoliation in keinem Falle etwas gesehen. In früheren Zeiten nach der Operation fand ich die Sehne mit den die Stelle des Gelenks umgebenden Muskeln verklebt und auf ihrer vordern Fläche, welche der durch die Resection entstandenen Höhle zugewendet war, von einem leichten eitrigen Belage bedeckt. Sie hatte dann ihren Glanz und ihre weisse Farbe an der Oberfläche etwas eingebüsst, war graulich gefärbt. In späterer Zeit fand ich sie entweder nur auf der der Höhle zugewendeten Fläche von Granulationen bedeckt, welche ihr nicht anhafteten, oder von denselben vollständig umschlossen. War der Heilungsprozess seinem Ende nahe oder vollständig abgelaufen, so sah ich die Sehne entweder mit der Aussenfläche der neugebildeten Gelenkkapsel oder des fibrösen Stranges zwischen dem resecirten Ende des Humerus und der Cavitas glenoidea verwachsen, oder in dieselbe, gewissermassen von einer Scheide oder einer Duplicatur derselben eingeschlossen. In früherer Zeit war die Verwachsung mit dem fibrösen Gewebe eine sehr innige und die Beweglichkeit der Sehne dadurch sehr gestört; in späterer Zeit war die Verwachsung, wahrscheinlich durch die fortdauernden stärkern Muskelactionen bei dem wiederbeginnenden Gebrauche des Beines, eine viel lockerere geworden und die Sehne in grösserer oder geringerer Ausdehnung hin und her verschiebbar. War dieselbe in die fibröse Zwischenmasse oder in eine Duplicatur der Kapsel eingeschlossen, so war die innere Fläche dieser Scheide zuweilen glatt. Epithelium auf dieser Fläche oder eine Flüssigkeit in der Scheide habe ich niemals gefunden.

Ich muss mich hiernach entschieden für die sorgfältige Erhaltung der Sehne des langen Kopfes des M. biceps bei der Operation aussprechen.

Was die an dem Knochen vorgehenden Veränderungen betrifft, so sind sie folgende. Zunächst der Sägefläche findet man den Knochen gewöhnlich in einem schmalen Streifen bis zu der Ausdehnung von einer halben Linie und darüber glatt, blass, seines Periosts beraubt. Dieses, an seinem obern Ende gewöhnlich in gerissenen kleinen Fetzen von dem Knochen losgelöst und weiter hinab, wo es von dem Knochen nicht gelöst wurde, ist ge-

röthet, gewulstet, und von einem etwas klebrigen Exsudate stark durchfeuchtet, welches als eine dünne gelbliche, mit vielen feinen Blutpunkten durchsetzte, gewöhnlich ringförmige Schicht zwischen dem Knochen und der Beinhaut aufgelagert ist. Diese Veränderungen der Beinhaut, welche vom zweiten bis fünften Tage nach der Operation zu finden sind, erstrecken sich verschieden weit an dem Knochen herab. In den meisten Fällen gehen sie wenig unter die Stelle hinaus, wo die Muskeln mit dem Periost sich an den Knochen inseriren, zuweilen aber, wenn die entzündlichen Erscheinungen im allgemeinen bedeutende waren, sah ich die Injection und Exsudation an der Beinhaut über den ganzen Knochen bis zum nächst tiefer gelegenen Gelenke herab.

Die gelbliche gallertartige Schicht kommt von der Innenfläche der Beinhaut. Sie haftet dieser inniger an als dem Knochen, denn bei dem Loslösen der Beinhaut bleibt nur ein geringer Anflug von der Masse auf dem Knochen zurück, welcher sich leicht davon befreien lässt und dann eine glatte unveränderte Oberfläche zeigt. Bei microscopischer Untersuchung besteht die Gallerte aus einer blassgelblichen sehr feinkörnigen Masse, in welche viele Fetttröpfchen und kleine dunklere rundliche Körper (Kerne) mit einem meist deutlichen Körperchen darin, in grosser Menge eingestreut sind. Diese Körper, welche auch ihres Verhaltens gegen Essigsäure wegen für Kerne zu halten sind, vermehren sich schnell und finden sich bald in der klarer und blasser gewordenen Grundsubstanz, aus welcher die Fetttröpfchen verschwunden sind, in grosser Anzahl dicht gelagert. Um viele derselben bildet sich eine zarte meist ziemlich eng anschliessende Zellenmembran, deren Inhalt meist fein granulirt als ein dünner dunkler Saum gegen die im Verhältniss zur Zahl der Kerne und Zellen spärliche Grundsubstanz sich absetzt. Gleichzeitig treten in dem Exsudate langgestreckte schwarze Kerne und spindelförmige Zellen auf, wahrscheinlich als Folge einer zweiten Art der Umwandlung der ursprünglich in dem Exsudate gebildeten Kerne. Sie finden sich besonders zahlreich in den oberflächlichen der Beinhaut zunächst gelegenen Schichten des Exsudats, welches um diese Zeit, vom sechsten Tage ab, auch mit blossem Auge wahrnehmbare Veränderungen erlitten hat. Ausser einer Massenzu-

nahme nämlich, welche am stärksten von der Stelle an, wo das Periost sich mit den Muskeln wieder an den Knochen ansetzt, nach dem Schnittrande desselben hin ist, findet man zwei verschiedene Substanzen in der Auflagerung. Die eine dem Knochen zunächst gelegene ist bläulich-weiss, oft leicht röthlich, von knorpliger Consistenz; die andere ist gelblich-bräunlich oder röthlich, weicher als die erste. Beide gehen in einander über in der Art, dass die bläulich-weisse Auflagerung an ihrer oberflächlichsten Schicht leicht höckrig ist und die gelblich-röthliche Substanz diese Höcker bedeckt und in die Vertiefungen zwischen denselben sich einsenkt. In der mittleren Schicht der Auflagerung bekommt man demnach durch Schnitte, welche der Oberfläche des Knochens parallel geführt worden sind, die Ansicht, dass eine Reihe rundlicher bläulichweisser Körper in eine gelblich-röthliche Masse eingestreut seien. Wie schon dem äussern Ansehen nach zu vermuthen war, so stellt das microscopische Verhalten diese beiden Substanzen vollständig denen gleich, welche Voetsch bei der Heilung von Knochenbrüchen mit bedeutender Dislocation und fortdauernder Beweglichkeit der Fragmente, bei der Heilung wiedergebrochener Callusmassen, bei dem Heilungsprozess nach Resection aus der Continuität des Radius einer Taube beobachtet hat. Steinlin hat offenbar etwas Aehnliches gesehen, ist aber in seinen Angaben zu kurz und ungenau. Ich habe bei dem Heilungsprozess nach Resectionen aus der Continuität dieselben Verschiedenheiten in der Organisation des Exsudats wieder gefunden.

Die bläulich-weisse Masse besteht aus den dicht aneinander gelagerten schon beschriebenen Kernen und Zellen, zwischen welchen die hyaline, zuweilen leicht fasrige Intercellularsubstanz in sehr geringer Menge zu sehen ist. Obwohl die Zellen auffallend klein sind, die Grösse der Knorpelzellen auch in späterer Zeit bei weitem nicht erreichen und endogene Zellenbildung niemals zeigen, so muss man diese Masse, auch in Rücksicht auf die weiter in ihr vorgehenden Veränderungen, doch für jungen neuen Knorpel halten. Die gelb-röthliche Schicht des Exsudats besteht dagegen aus den Elementen des unreifen Bindegewebes, wie ich sie bei der Entwicklung des Gewebes der neuen Gelenkkapsel sah und angegeben habe. Bringt man feine Durchschnitte aus den mittleren Schichten

des Exsudats, von da, wo die beiden Massen in einander übergehen, unter das Microscop, so findet man rundliche Plaques der dicht an einander gelagerten kleinen Knorpelzellen und Knorpelkerne in der blassen Grundsubstanz, umgeben von der gelb-röthlichen Masse des unreifen Bindegewebes. Während aber in den übrigen Partieen desselben die langgestreckten dunklen Kerne, die dicht gelagerten spindelförmigen Zellen einen parallelen länglichen Verlauf haben, so erhalten sie in der Umgegend dieser Plaques von jungem Knorpel eine concentrische Anordnung und mischen sich mit den Elementen des Knorpels dergestalt, dass in weiterer Entfernung von den Knorpelmassen einzelne Knorpelzellen zwischen die Elemente des unreifen Bindegewebes eingestreut sind, und dass den reinen Knorpelmassen näher ein ganz allmäliger Uebergang von den Elementen des einen Gewebes zu denen des andern hin stattfindet. Man kann diesen Uebergang des Knorpels in Bindegewebe an jeder in der Heilung begriffenen Fractur, indem man von den tiefern Schichten des Exsudats zu den oberflächlicheren hin fortschreitet, beobachten. Ich sah ihn so namentlich schön bei Fröschen, bei welchen der wahrscheinlich sehr spät, vielleicht gar nicht eintretende Verknöcherungsprozess die vollständige Entwicklung des Knorpelgewebes bei der Heilung von Fracturen nicht hemmt. Nur ein Unterschied findet dabei statt. Bei den Untersuchungen der um die Bruchstelle eines Knochens neugebildeten Gewebe sah ich den Uebergang von den Elementen des Knorpels zu denen des Bindegewebes als einen durch die ganze Masse gleichmässigen, sehr allmäligen; bei den Untersuchungen nach Resectionen, welche uns hier beschäftigen, fand ich den Uebergang immer nur auf die schon oft erwähnte mittlere Schicht des Exsudats beschränkt und plötzlicher, so dass es oft auf den ersten Anblick schien, als wären in das unreife Bindegewebe nur einzelne Knorpelzellen eingestreut und dasselbe von der rundlichen Knorpelmasse scharf geschieden.

Die weitere Entwicklung der zwei beschriebenen Massen geht ebenfalls nach verschiedenen Richtungen hin. Das unreife Bindegewebe bildet sich allmälig zu vollkommenem Bindegewebe aus, welche mit dem dadurch oft stark verdickten Periost in eine Masse verschmilzt. Der neugebildete Knorpel verknöchert und

der dadurch entstandene Knochen ist von dem dicken Periost bedeckt. Nur an der Stelle des Uebergangs von dem jungen Knorpel zum unreifen Bindegewebe finden auch bei der weitern Entwicklung Uebergänge statt.

Der Verknöcherungsprozess tritt sehr schnell auf. Fast um dieselbe Zeit, um welche der Knorpel die beschriebene Entwicklungsstufe erreicht, fällt der Beginn desselben. Bei der sehr mangelhaften Entwicklung des Knorpels und dem sehr schnellen Fortschreiten der Verknöcherung liefert der Heilungsprozess nach Knochenresectionen sehr wenig brauchbare Objecte für das Studium des Ossificationsprozesses. Was ich bei fortgesetzten Untersuchungen darüber gefunden habe, macht mich zum Anhänger der von Voetsch entwickelten Ansichten. Den Grund der sehr schnell auftretenden und fortschreitenden Verknöcherung vermag ich nicht anzugeben. Die Entwicklung von Blutgefässen oder ausgebildete Blutgefässe in dem Knorpel habe ich nicht gesehen. Die dem Knochen zunächst gelegenen Schichten des Knorpels verknöchern zuerst; der Prozess schreitet dann zu den oberflächlichen Schichten fort. Dass bei der Verknöcherung die feinkörnige schwärzliche Trübung der Intercellularsubstanz immer der Ablagerung von grösseren dunklen Körnern an der Innenfläche der Zellenwand voraufgehe, sah ich constant. An den Rändern der Verknöcherung umzogen die schwarzen schmalen Brücken der Intercellularsubstanz stets die noch unveränderten Knorpelzellen und Knorpelkerne. Ich möchte aber nicht unbedingt mit Steinlin behaupten, dass darin ein Unterschied zwischen dem Verknöcherungsprozess bei der Heilung prima intentione und dem bei der Heilung durch Eiterung zu finden sei, indem ausgezeichnete Beobachter wie Kölliker[1]) angeben, dass bei der Entwicklung der Knochen die Verknöcherung der Grundsubstanz in der Regel derjenigen der Knorpelzellen etwas voranschreite. Ich selbst habe Untersuchungen an den Knochen ganz junger Thiere nicht angestellt und dass ich bei der Verknöcherung des Enchondroms die Ossification zuerst und vorzugsweise in den sehr entwickelten grossen Knorpelzellen sah, kann mich nicht berechtigen, dies als eine dem

---

[1]) Microscopische Anatomie. Leipzig 1850. p. 358.

normalen Verknöcherungsprozess angehörige Erscheinung zu betrachten.

Die Entwicklung der Knochenkörperchen aus den Knorpelzellen auf die von Voetsch angegebene Weise konnte ich in vielen Fällen deutlich beobachten. Nach dem Schrumpfen und vollständigen Verschwinden des Kernes sah ich die Knochenkörperchen im trockenen Knochen unzweifelhaft als leere Räume. Das Verschwinden der Zellenmembran sah ich erst in einer auffallend späten Zeit. Oft konnte ich dieselbe noch an vollkommen entwickeltem Knochen durch Behandlung des Präparats mit verdünnter Salzsäure wieder sichtbar machen. Davon abhängig ist vielleicht die sehr unbedeutende Entwicklung und Ausdehnung der radienförmig von den Knochenkörperchen ausgehenden Kanälchen in die Grundsubstanz, welche ich immer bemerkte. Die Kerne, um welche sich eine Zellenmembran nicht entwickelt, werden anfangs von der feinkörnigen dunklen Masse, welche die Intercellularsubstanz durchdringt, eingeschlossen. Darauf scheinen sie zu schrumpfen und zu verschwinden, wie die Kerne in den ossificirten Knorpelzellen. Dafür spricht auch, dass in einem mit verdünnter Salzsäure behandelten Präparat von neuer Knochenmasse, in der leicht getrübten Grundsubstanz neben den oft wieder sichtbar gewordenen Knorpelzellen mit geschrumpften Kernen oder ohne dieselben, gar keine einzelnen Kerne zu sehen und die dichte Lagerung der Knorpelelemente ganz verschwunden war. Ich glaube durch das Verschwinden der freien Kerne die zu der ausserordentlich dichten Lagerung der Knorpelelemente vor der Verknöcherung verhältnissmässig geringe Anzahl von Knochenkörperchen in dem ausgebildeten Knochen erklären zu können.

Die ausgebildete neue Knochenmasse ist in ihren oberflächlichen Schichten sehr porös, in den tiefern Schichten fester. In späterer Zeit gewinnt sie auch an der Oberfläche eine grössere Festigkeit. In der porösen Masse findet man grosse helle, bei trockenem Knochen vollkommen leere Räume, welche die Knochensubstanz in verhältnissmässig schmalen Brücken umzieht. Die neue Knochenmasse hat dadurch ein grossmaschiges Gefüge. Ich halte diese Räume für die Markräume des Knochens; über ihre Entstehung bin ich aber nicht zu einer sichern Ansicht gekom-

men. Dass die Räume in der Organisation des Exsudats bis zum Beginn der Verknöcherung ein praeformirtes Element, aus welchem sie sich entwickeln könnten, nicht besitzen, glaube ich auf das Bestimmteste behaupten zu können. Die einzig mögliche Annahme, welche auf einer solchen Voraussetzung beruhen könnte, für welche ich aber in meinen Beobachtungen keine Stützpunkte habe auffinden können, wäre die, dass sie durch das Verschmelzen und Verschwinden mehrerer Knorpelzellen entständen, welche noch nicht in Verknöcherung übergegangen wären. Dass sie, wie Bidder[1]) angiebt, aus den sich vergrössernden zu Mutterzellen mit Tochterzellen umgewandelten Knorpelzellen entständen, kann ich nicht zugeben, weil ich niemals eine Spur von endogener Zellenbildung in dem zu Knorpel organisirten Exsudate gesehen habe. Aus demselben Grunde kann ich nicht annehmen, dass sie aus Knorpelkanälen sich bildeten. Ich sah dieselben niemals und finde darin eine Bestätigung der Ansicht, dass sie sich in jungem Knorpel, der nur zu so niedriger Stufe der Entwicklung gelangt, wie der hier vorliegende, überhaupt nicht finden. Ich bin daher der Meinung Koelliker's [2]) zugeneigt, dass die für die Markräume zu haltenden Maschen durch Auflösung fertiger Knochensubstanz entstehen. Ich fand sie ganz von der Beschaffenheit, wie Kölliker sie beschreibt. Ihre Contouren sind unregelmässig, oft wie ausgefressen; sie sind grösser als die Knorpelzellen, länglich rund oder rundlich eckig. Mehr oder minder angefressene Knochenzellen an ihren Rändern, wie sie Kölliker gesehen hat, habe ich nicht auffinden können; dagegen habe ich Vorsprünge der verknöcherten Grundsubstanz in dieselben oft gesehen. Vielleicht lässt sich aber aus dem Folgenden noch eine andere Erklärung für die Entstehung dieser Markräume finden.

An dem Verknöcherungsprozess nimmt auch das in der mittlern Schicht der neuen Auflagerung an die Knorpelmassen sich anschliessende unreife Bindegewebe Theil. Ich habe auf das Bestimmteste an den Stellen, wo der früher bezeichnete Uebergang des Knorpels in unreifes Bindegewebe stattfindet, die Ablagerung

---

[1]) Zur Histogenese der Knochen. Müller's Archiv 1843.

[2]) l. c. p. 363.

derselben feinkörnigen dunklen Masse, wie in dem Knorpel, auch zwischen die Elemente des unreifen Bindegewebes gesehen und glaube in den langgestreckten Kernen desselben die für die Bildung der Knochenkörperchen praeformirten Elemente finden zu müssen. Ihre Umwandlung in Knochenkörperchen habe ich nicht Schritt für Schritt verfolgen können, doch spricht für dieselbe die meistentheils auffallende Länge und Schmalheit der Knochenkörperchen in der aus Bindegewebe gebildeten Knochenmasse; ferner der Umstand, dass bei der Behandlung eines Präparats von derselben mit verdünnter Salzsäure unter bedeutender Entwicklung von Luftblasen das Object sich aufhellt und den hellen klaren Knorpelplaque, in angegebener Weise verändert, von einer ziemlich klaren, leicht gelblichen, sehr undeutlich fasrigen, fast homogenen Masse umschlossen zeigt, in welcher an den Stellen der frühern Knochenkörperchen langgestreckte dunkle Kerne liegen. Zwischen diese sind nur hie und da einzelne Knorpelzellen eingestreut. Ich fand diese Verknöcherung des Bindegewebes nur in den mittleren Schichten der neuen Auflagerung; in den oberflächlichen Schichten der gelblich-röthlichen Masse des Exsudates sah ich dieselbe nicht. War der Ossificationsprozess beendet, so konnte man zuweilen recht deutlich einen Unterschied in der Färbung der verschiedenen Schichten der neuen Knochenmasse sehen. Die oberflächlichste Schicht, welcher das verdickte Periost auflag, erschien nämlich oft in auffallender Dicke bräunlich, die darunter liegende Knochenmasse weisser, bis zur Schneeweisse. Die Porosität und Weichheit des Knochens war in den verschiedenen Schichten gleichmässig, die grossen Markräume durchsetzten dieselbe ohne Unterschied.

Die Verknöcherung des Bindegewebes oder die Knochenbildung ohne die Uebergangsstufe des Knorpels ist keine neue Erscheinung. Virchow [1]) hat sie bei der Osteophytbildung am Schädel beobachtet und neuerdings in einer Arbeit über die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebs-Körperchen auf dieselbe hingewiesen. Seiner Beschreibung, welche er an der

---

[1]) Archiv für pathologische Anatomie 1847. Bd. I. p. 135. — Verhandlungen der würzburger med. phys. Gesellschaft. Bd. II. p. 158.

zuerst citirten Stelle von dem Vorgange giebt, kann ich mich im Allgemeinen anschliessen. Ich sah nur nicht Gefässe in dem Bildungsmaterial und die Lücken immer erst in einer spätern Zeit, in dem ausgebildeten Knochen. Ferner fand ich die Grundlage, in welche die Ablagerung der feinkörnigen dunklen Masse statt hatte, immer aus den Elementen des unreifen Bindegewebes zusammengesetzt und diese erst bei fortschreitender Ablagerung undeutlich werden, schwinden, und dadurch die Masse homogener erscheinen. Endlich konnte ich fast immer durch Essigsäure oder verdünnte Salzsäure, durch erstere deutlicher als durch letztere die langgestreckten dunklen Kerne wieder hervortreten sehen.

Auch in der normalen Histologie finden wir die Verknöcherung unreifen Bindegewebes. Kölliker [1]) und Sharpey, welchen jener citirt, haben nachgewiesen, dass das Dickenwachsthum der knorplig vorgebildeten Knochen durch Ablagerungen aus dem Periost geschehe, welche, nachdem sie sich zu halbreifem Bindegewebe und einfachen Bildungszellen organisirt haben, durch Aufnahme von Kalksalzen in ihre Fasersubstanz, und Umwandlung ihrer Zellen in Knochenzellen, lamellenweise in Knochensubstanz übergehen. Eine Eigenthümlichkeit dieser Knochenablagerungen ist ihr Auftreten in netzförmig durch rundliche oder längliche Räume durchbrochenen Lamellen. Erst in späterer Zeit wird die dadurch poröse Knochenmasse compacter. Vergleicht man das von mir Beschriebene mit diesem Vorgange, vergleicht man die Beschaffenheit des jungen neugebildeten Knochens an den Resectionsenden und seine späteren Veränderungen mit diesen das Dickenwachsthum der Knochen bedingenden Lamellen, findet man endlich am Ende des Heilungsprozesses nach Knochen-Resectionen um das Resectionsende eine so bedeutende Knochenablagerung, dass dieselbe in gar keinem Verhältnisse mit der im Beginn des Heilungsprozesses gefundenen Auflagerung steht, so glaube ich, kann man eine Analogie in den beiden Prozessen nicht verkennen. Ich halte es daher für möglich, dass bei der Knochenneubildung an Resectionsstümpfen wie bei der Entwicklung der Knochen zuerst ein in Knorpel sich umwandelndes dann verknöcherndes Exsudat

[1]) l. c. p. 366,

gesetzt werde, und dass durch fortdauernde Ablagerungen aus dem Periost, welche sich zu unreifem Bindegewebe organisiren und dann sogleich verknöchern, ein weiteres Wachsthum der knorplig praeformirten Knochenneubildung stattfinde.

Was nun ferner die Vorgänge an dem Resectionsende des Knochens betrifft, aus welchen vielleicht die eben ausgesprochene Ansicht noch an Wahrscheinlichkeit gewinnen wird, so sind sie folgende.

Gleichzeitig mit der auf der äussern Fläche des Knochens stattfindenden Exsudation und Knochenneubildung geschieht dieselbe in der Markhöhle des Knochens. Die Verknöcherung des daselbst auftretenden Exsudats geht noch schneller von statten, als bei dem aussen gebildeten, und was von demselben noch unverknöchert vorhanden ist, hängt wahrscheinlich mit dem Knochenmarke so innig zusammen, dass es bei der Entfernung dieses mit entfernt wird. Ich habe daher über die Beschaffenheit des Exsudats in der ersten Zeit nichts beobachten können. Schon vom sechsten Tage an findet man einen schmalen knöchernen Ring an den Wänden der Markhöhle, welcher allmälig sich vergrössert und schliesslich als eine knöcherne, mehr oder weniger dicke Platte die Markhöhle vollständig schliesst. Das obere Niveau dieses Verschlusses ist meist dasselbe mit der äussern Knochenauflagerung. Während diese aber constant am untern Rande des wahrscheinlich durch Verletzung des Periosts oder heftige Erschütterung bei dem Durchsägen nekrotisch werdenden obersten Knochenendes beginnt, findet man die Knochenneubildung in der Markhöhle oft innerhalb dieses von aussen nekrotisch erscheinenden Ringes. Sie steht dann mit ihrem untern Rande gewöhnlich genau in der Höhe des obern Randes der äussern Knochenauflagerung. Es ist diese Erscheinung vollkommen im Einklange mit den bei peripherischer Nekrose beobachteten Vorgängen. In späterer Zeit wird der total nekrotische obere Knochenring abgestossen, oder die peripherischen nekrotischen Schichten desselben werden exfoliirt. Man hat so ein kolbiges oder in letzterem Falle ein oben etwas zugespitztes, vollkommen geschlossenes Knochenende, welches einem Gelenkkopf mehr oder weniger ähnlich sieht, sich von demselben aber, abgesehen von den Differenzen der Form, wesentlich unterscheidet.

In seltenen Fällen bleibt der Verschluss der Markhöhle aus. Ich sah dies einmal, als ein kleiner trockener Rest des anfangs aus der Markhöhle kommenden Blutcoagulums noch fest mit der Markhöhle zusammenhing und das obere Ende derselben füllte; ein zweites Mal, als das obere Ende des Knochens total nekrotisch geworden war und in einer nach oben offenen halbkugelförmigen Kapsel neuer Knochenmasse vollständig gelöst lag. Eine Erklärung für den mangelnden Verschluss der Markhöhle vermag ich nicht zu finden. Vielleicht hatte das als fremder Körper zu betrachtende Blutcoagulum und der nekrotische Knochenring die Eiterung in dem Grade unterhalten, dass die schon in der Markhöhle gebildete neue Knochenmasse, wie Steinlin dies für möglich hält, wieder zerstört worden war. Es gewinnt dies an Wahrscheinlichkeit dadurch, dass die innere Fläche des Knochens in dem letzten Falle in einiger Ausdehnung wie cariös aussah.

Der durch die Resection gesetzte Substanzverlust wird durch Knochenneubildung nicht ersetzt; im Gegentheil wird durch die Nekrose und Exfoliation des obern Knochenrandes in den meisten Fällen der Substanzverlust noch grösser als unmittelbar nach der Operation. Nur zuweilen bei totaler Nekrose des obern Knochenrandes umgiebt neue Knochenmasse, welche mit dem nekrotischen Knochen nicht zusammenhängt, auch diesen. Die neue Knochenablagerung dient in den meisten Fällen nur zu der Abrundung und dem Verschluss des obern Knochenendes; es findet also nur eine Volumszunahme des Knochens in die Dicke statt.

Die Verbindung des neuen Gelenkendes des Knochens mit den darum liegenden Theilen ist eine eigenthümliche. Die Muskeln setzen sich nur mittelst der neugebildeten Gelenkkapsel oder mittelst des fibrösen Zwischengewebes an den Knochen an. Das obere Ende desselben ist mit einer Schicht fibrösen Gewebes überzogen; entweder nur an den Rändern, oder auf seiner ganzen Fläche mit der neuen Kapsel oder dem soliden Strange zwischen ihm und dem gegenüberstehenden Gelenkende in Verbindung. Diese Verbindung entsteht theils durch die Granulationen, welche zur Abstossung des nekrotischen Ringes von dem Knochen aufschiessen und mit den von den Weichtheilen kommenden sich vereinigen, theils wahrscheinlich durch das Exsudat, welches von der

Markhöhle kommend, den knöchernen Verschluss derselben bewirkt, an der Oberfläche sich aber zu Bindegewebe organisirt. Ich glaube dies wenigstens annehmen zu dürfen, da ich, auch wenn die Abstossung des nekrotischen Ringes noch nicht erfolgt war, doch die die Markhöhle verschliessende Knochenmasse zuweilen schon mit einer Schicht Bindegewebes bedeckt fand. Niemals entdeckte ich auf der obern Fläche des resecirten Knochenendes eine Spur von Knorpel.

Die neugebildete poröse Knochenmasse schliesst anfangs die Wandungen des alten Knochens, welche auf dem Längsdurchschnitt deutlich sind, ein. Später wird sie compacter und endlich tritt in ihr, wie in dem von ihr eingeschlossenen Theil des alten Knochens ein Resorptionsprozess ein, unter welchem die alte Knochenwand rauh, durchlöchert wird und schliesslich verschwindet, während an ihrer Stelle und in der ganzen compacten neuen Knochenmasse die Bildung diploetischer Substanz auftritt. Das Knochenende hat dann endlich ein sehr feinzelliges Gefüge unter einer Lamelle compacter Substanz; es erscheint auf dem Durchschnitt röthlich gefärbt, von vielen Blutpunkten bedeckt. Ob die feinen Zellen normales Mark enthalten, wie die unter dem neuen Verschluss liegende Markhöhle, konnte ich nicht entscheiden.

Wie die ersten Erscheinungen der Exsudation, so fand ich die Knochenneubildung ausser in der Markhöhle immer nur im Bereich des Periost; und gestützt auf die Veränderungen an diesem und auf das Verhältniss des Exsudats zu dem Periost, halte ich dasselbe für die Quelle des Exsudats und Entzündung des Periosts für die Ursache seines Auftretens. In allen den Fällen, in welchen die entzündlichen Erscheinungen im Allgemeinen sehr bedeutende und weit verbreitete waren, war auch die Injection, die Anschwellung des Periosts, das Exsudat und schliesslich die Knochenneubildung weit verbreitet. So sah ich dieselbe über den ganzen Humerus, über das Gelenkende der Scapula und längs der Gräte derselben in die Fossa supra- und infraspinata sich erstrecken. In den Fällen, in welchen ich das Caput humeri allein resecirte und die Diaphyse vollständig stehen liess, das Periost also mechanisch wenig oder gar nicht insultirte, waren einerseits die folgenden entzündlichen Erscheinungen in der Regel sehr un-

bedeutende, andererseits fehlte, was Steinlin ebenfalls beobachtet hat, die Knochenneubildung auf der Aussenfläche des Knochens entweder ganz oder war sehr spärlich, während es zu einem knöchernen Verschluss der Markhöhle wie in allen andern Fällen gekommen war.

Das Verhalten des Knorpelüberzuges der dem Resectionsende gegenüberstehenden unverletzten Gelenkfläche ist ebenfalls abhängig von dem Grade der Entzündung und der ihr folgenden Eiterung. War derselbe ein niedriger, so sah ich regelmässig den Knorpelüberzug an seiner Oberfläche leicht getrübt, aber sonst ganz unverändert auf der Gelenkfläche bleiben. Waren dagegen sehr bedeutende entzündliche Erscheinungen vorhanden gewesen, so fand ich den Knorpelüberzug entweder vollständig verschwunden, oder von den Rändern abgestossen, verdünnt und sehr getrübt; oft mit einer dünnen Schicht gelblich schmierigen Exsudats bedeckt und rauh. In einzelnen Fällen kann es dann noch zu einer Perforation der knöchernen Wand der Gelenkfläche kommen, worauf bei gleichzeitiger allmäliger Auftreibung der compacten Substanz des Gelenkfortsatzes der Eiter in die diploetische Substanz desselben eindringt und dieselbe zerstört.

Von dem seines Knorpelüberzuges beraubten Knochen schiessen schon während der Exfoliation Granulationen auf, welche mit den von den Weichtheilen kommenden zusammenstossen und die Verbindung, entweder des soliden fibrösen Zwischengewebes mit der Gelenkfläche in der ganzen Ausdehnung derselben vermitteln, oder wenn sich eine die Ränder der Gelenkfläche umschliessende neue Kapsel bildet, sich zu einem aus Bindegewebe bestehenden Ueberzug der Gelenkfläche organisiren.

Die Abstossung oder das allmälige Verschwinden des Knorpels geht unter Veränderungen seiner Textur vor, welche Redfern [1]) als der Erweichung des Knorpels eigenthümlich bezeichnet hat. Dieselben schreiten von der Peripherie und der Oberfläche nach dem Centrum und den tiefern Schichten fort. Die Intercellularsubstanz erscheint zuerst gelblich, wie fein punktirt und getrübt; allmälig erscheinen in ihr Fasern, welche leicht ge-

---

[1]) Anormal nutrition in the articular cartilages. London 1850.

schlängelt den Bindegewebsfasern gleichen, oft aber breiter sind als diese, sich gegen Essigsäure wie Bindegewebsfasern verhalten. In die Zellen lagern sich unter gleichzeitiger bedeutender Vergrösserung und unregelmässiger Anordnung derselben eine Menge kleiner schwärzlicher Körper, welche man für Fetttröpfchen halten muss, ab. Dieselben füllen oft die ganze Zelle, zuweilen liegen sie in geringerer Menge perlschnurförmig aneinandergereiht um den Kern. Sie bleiben entweder getrennt, oder fliessen zu einem grössern Fetttropfen zusammen. Neben ihnen erscheinen kleine granulirte dunkle Körperchen, welche auf Zusatz von Essigsäure unter nicht unbedeutender Entwicklung von Luftblasen verschwinden, und Zellen mit deutlichem Kern und Kernkörperchen versehen. Allmälig wird die Membran der Knorpelzellen blasser und schwindet. Man findet dann entweder den Inhalt derselben in der fasrigen Intercellularsubstanz von einem hellen durchsichtigen Hofe umschlossen, welcher sich gegen die Intercellularsubstanz ohne deutliche Contouren absetzt, oder auch solche helle Räume ohne Inhalt, oder die fasrige Grundsubstanz liegt unmittelbar um den Zelleninhalt an, und dieser hat sich in sie ergossen. Zuletzt sieht man dann eine gleichmässige fasrige Masse, in welche eine grosse Menge Fetttröpfchen neben kleinen meist granulirten Zellen eingestreut sind. Einzelne verwaschene helle Flecke durchsetzen dieselbe.

Untersuchte ich die Masse, welche wie ein schmieriges Exsudat die Oberfläche des Knorpels bedeckte, so fand ich sie gleichmässig dunkel, feinkörnig, ohne eine Spur von Textur.

Gegen das Ende des Heilungsprozesses lösen sich in den meisten Fällen die Verlöthungen der Muskeln in der Umgegend des Gelenkes. Dieselben sind in einiger Entfernung von ihrer Insertion an die neugebildete Kapsel oder das fibröse Zwischenband wieder leicht zu trennen. Dasselbe ist schon von den Verwachsungen der Sehne des langen Kopfes des M. biceps mit den sie umgebenden Theilen erwähnt worden. Vielleicht in Causalverbindung mit diesem Freierwerden der Muskeln, jedenfalls um dieselbe Zeit, tritt meist eine abermalige Verkürzung der operirten Extremität ein, welche ich aber niemals so stark gesehen habe, als die der Operation unmittelbar folgende. Der Grad derselben

ist natürlich hauptsächlich von der Grösse des resecirten Knochenstücks und der Art der Neubildung des Gelenkes abhängig.

Die Gebrauchsfähigkeit des operirten Beines war in vielen Fällen trotz der Verkürzung wieder ganz vollkommen geworden; in andern Fällen blieb sie in soweit unvollkommen, als die Thiere nur bei ruhiger Bewegung sich des operirten Beines bedienten, bei schnelleren Bewegungen dasselbe an den Leib angezogen, hängend trugen. In wenigen Fällen war das Resultat ein so ungünstiges, dass die Thiere das Bein nicht heben zu können schienen und dasselbe auf dem Boden nachschleppten. Excoriationen an dem Gliede traten dann auf. Die Bildung einer Anchylose im Schultergelenk habe ich niemals gesehen. Contracturen in den nächsten Gelenken entwickelten sich nur in wenigen Fällen, immer nur dann, wenn die Entzündung an dem Oberarm herab sich auf das nächst tiefer gelegene Gelenk fortgesetzt hatte und hier in Eiterung übergegangen war. Ich fand dann die Gelenkkapsel bedeutend verdickt, kuglig aufgetrieben, trockenen weissen Eiter enthaltend. Der Knorpelüberzug der Gelenkenden war verschwunden, dieselben waren entweder rauh und porös, aufgetrieben oder mit fibrösem Gewebe überzogen und durch dasselbe mehr oder weniger unbeweglich mit einander verwachsen. Ohne Zweifel können die veränderten Insertionen der bei der Operation verletzten Muskeln, sobald dieselben wieder in Wirksamkeit treten, Contracturen zu Stande bringen; ich vermochte aber nicht diesen Grund in den von mir beobachteten Fällen nachzuweisen.

2. Resectionen in der Continuität.

Der Heilungsprozess nach Knochenresectionen in der Continuität kommt, wenn die Wunden genau vereinigt werden, ebenso oft prima intentione als durch Eiterung zu Stande. Wesentliche Unterschiede in dem Resultate, welche von der einen oder andern Art der Heilung abhängig wären, habe ich nicht gesehen. Kam die Heilung durch Eiterung zu Stande, so waren die derselben vorangehenden Erscheinungen der Entzündung niemals so bedeutend, die Eiterung niemals so reichlich, so ausgebreitet und so lange dauernd, als nach Resectionen in der Contiguität.

In den Hauptpunkten ist der Heilungsprozess mit dem der Knochenbrüche übereinstimmend, wie ihn Voetsch in seiner oft citirten Arbeit auseinandergesetzt hat.

Wir finden dieselben Veränderungen der Weichtheile in der Umgegend der Resectionsstelle, dieselben Veränderungen des Periosts und des von demselben kommenden Exsudats. In diesem sind schon frühe die besprochenen Verschiedenheiten bemerklich. Die Verknöcherung desjenigen Theils, welcher sich zu unreifem Bindegewebe organisirt, habe ich in der Entwicklung nicht verfolgen können. Ich weiss nicht, ob dieselbe ein Produkt in anderer Form liefernd auch hier vorkommt. Wenn nach dem Ablauf des Heilungsprozesses die beiden durch neu aufgelagerte Knochenmasse verlängerten und in dem der Schnittfläche zunächst liegenden Theile der Markhöhle verschlossenen Resectionsenden durch eine Bindegewebsmasse, welche sich offenbar aus dem unreifen Bindegewebe entwickelt hat, verbunden sind, so findet man in diesem Strange häufig Knochenkerne abgelagert. Ich sah dieselben auch nach Resectionen in der Contiguität in dem zu Bindegewebe organisirten Theil des Exsudats, habe ihre Erwähnung aber bis hierher verschoben. Die Entstehung derselben kann zweifelhaft sein. Einmal kann man die Möglichkeit nicht ableugnen, dass solche Knochenkerne Theile des alten Knochens seien, welche bei der Durchsägung desselben abgesprengt, später von dem Exsudate eingebettet worden sind. Dieser Meinung neigt sich Voetsch zu, welcher einen solchen Knochenkern am achten Tage nach der Resection aus der Continuität des Radius einer Taube in dem gelbröthlichen Theile des Exsudats fand. Sodann können diese Knochenkerne auch durch Verknöcherung von rundlichen Agglomeraten wenig entwickelter Knorpelzellen entstehen, welche ich in das aus dem Exsudat gebildete unreife Bindegewebe eingestreut fand. Diese Meinung scheint mir wenigstens eben so viel Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, als die eben angeführte. Denn dass der aus vollkommen entwickelter Knochensubstanz bestehende Knochenkern schon so früh gefunden worden ist, kann nicht dagegen sprechen, da um dieselbe Zeit schon ein grosser Theil des um die Resectionsenden gebildeten Knorpels vollkommen verknöchert ist. Ich würde die Entstehung jener Knochenkerne aus den Knor-

pelplaques unbedingt annehmen, wenn nicht eine Untersuchung derselben und des sie umlagernden Bindegewebes mich zweifelhaft machte. Wenn ich nämlich neugebildete Knochenmasse in nicht zu langer Zeit nach der Resection der Behandlung mit verdünnter Salzsäure unterwarf, so sah ich unter starker Entwicklung von Luftblasen noch in ziemlich später Zeit die Structur des Knorpels, mehr oder weniger verändert, wieder hervortreten. Als ich aber einmal einen feinen Durchschnitt eines der in Rede stehenden Knochenkerne, bei dessen Anfertigung meist kleine Partikeln derselben abspringen, mit dem umgebenden Bindegewebe unter dem Miscroscop untersuchte, sah ich, abweichend von dem sonstigen Verhalten, die geschlängelten Bindegewebsfasern in durchaus parallelem Verlaufe, nicht concentrisch um die dunklere Knochenmasse geordnet, und glaubte dieselben auch sehr undeutlich die feinkörnige dunkle Masse durchziehen zu sehen. In dieser lagen, den Bindegewebsfasern parallel kleine längliche Körperchen mit kurzen radienförmigen Ausläufern. Als ich dem Präparat verdünnte Salzsäure zusetzte, wurden die Fasern ausserhalb der dunklen Stelle blass und verschwanden allmälig. Ebenso verschwanden nach bedeutender Entwicklung von Luftblasen aus der dunklen Stelle die schwarzen Körperchen mit ihren radienförmigen Ausläufern, und in der durchsichtig klaren, homogenen Masse, welche im Bereich der früher dunklen Stelle nur leicht getrübt blieb, lagen einzelne runde und langgestreckte Kerne. Von einer knorpelähnlichen Structur war keine Spur zu sehen. Es scheint mir daher möglich, dass auch die in das Bindegewebe eingebetteten Knochenkerne durch Verknöcherung des Bindegewebes entstehen.

Vollständigen knöchernen Ersatz des durch die Resection in der Continuität bewirkten Substanzverlustes habe ich in keinem Falle gesehen. Auch in den früherer Zeit entnommenen Präparaten habe ich die Anlage dazu nicht gefunden. Denn niemals waren die von den Resectionsenden kommenden Knorpelwülste mit einander verschmolzen, immer waren sie, wenn auch nur durch einen feinen Streifen des gelblichen weichen Exsudats getrennt.

Die Neubildung von Knochenmasse war auf ein Minimum reducirt, wenn ich das Periost mit dem Knochenstück zugleich entfernt hatte. Sie zeigte sich dann nur um die Enden des Kno-

chens, welche dadurch abgerundet oder höckerig zugespitzt und in der Markhöhle, der Schnittfläche zunächst, verschlossen waren. Zuweilen waren die Enden dann durch Knochenneubildung, welche sich nach Resection aus dem Radius in verschiedener Ausdehnung auf der Ulna zeigte, mit dieser unbeweglich verbunden. Knochenablagerung in der Markhöhle der Ulna sah ich nie. Der zurückbleibende Raum zwischen den Knochenenden war entweder durch einen Strang von Bindegewebe ausgefüllt oder ganz leer.

Entsprechend den geringen entzündlichen Erscheinungen, welche der Resection in der Continuität folgen, fand ich in weiterer Entfernung von den Schnittenden des Knochens nur in einem Falle Knochenneubildung; sonst beschränkte sich dieselbe immer auf die Nähe der Sägefläche der Knochenenden.

Ausser der Erhaltung des Periosts muss ich demnach einen zweiten Faktor zur knöchernen Wiedervereinigung der Resectionsenden für durchaus nothwendig halten: die vollständige Unbeweglichkeit derselben. Ob ihr Mangel nur einen quantitativen Unterschied in der Organisation des Exsudats zu Bindegewebe und Knochen bedingt, oder ob von demselben auch der qualitative Unterschied abhängig ist und es also bei völliger Unbeweglichkeit der Resectionsenden gar nicht zu einer Organisation des Exsudats zu Bindegewebe kommt, vermag ich nicht zu entscheiden. Ich halte aber nach den Resultaten, welche die Untersuchungen über den Heilungsprozess der Fracturen geliefert haben, das Erstere für wahrscheinlich.

Zuweilen kommt es nach der Resection aus der Continuität zu einer Nekrose der Schnittränder der Knochenenden, welche sich in seltenen Fällen auch über dieselben hinauserstrecken kann. Wenn die Nekrose eine peripherische ist, so verschliesst sich innerhalb des nekrotischen Stücks die Markhöhle vollständig durch Knochenmasse, während die Knochenneubildung auf der Aussenfläche des Knochens, erst unterhalb des nekrotischen Stücks beginnend, namentlich an der der Wunde zugewendeten Seite des Knochens langsam fortschreitet. Ist die Nekrose eine totale, so wird unterhalb der Demarcationslinie die Markhöhle des gesunden Knochens geschlossen und durch die von der Aussenfläche desselben ausgehende, langsam fortschreitende Knochenneubildung das ne-

krotische Stück zuweilen eingekapselt; zuweilen überschreitet die Knochenneubildung die Demarcationslinie nicht.

Die an den Resectionsenden neugebildete Knochenmasse ist anfangs porös; in trockenem Zustande weisser als der stehengebliebene Knochen, ganz solide. Später wird sie compacter und unter Resorption des stehengebliebenen Knochens bildet sich neue diploetische Substanz und eine Markhöhle in derselben, welche an den Schnittenden durch eine feine Knochenlamelle abgeschlossen ist.

War der nach abgelaufenem Heilungsprozess zurückgebliebene Substanzverlust einigermassen bedeutend, wie in allen den Fällen, in welchen ich ohne Schonung des Periosts resecirt hatte, so trat, wie schon Heine dies beobachtet hat, eine Krümmung oder Verkürzung ein, welche an zweiknochigen Gliedern an dem unverletzten Knochen sich stark markirte.

In seltenen Fällen, besonders wenn sich die Entzündung auf das nächste Gelenk fortgesetzt hatte und hier in Eiterung übergegangen war, entwickelten sich Contracturen, welche schnell zunehmend die Gebrauchsfähigkeit der Extremität sehr behinderten. In den vereiterten Gelenken fand ich die in dem vorigen Abschnitt erwähnten Veränderungen.

Die in der Umgegend der Resectionsstelle anfangs in ziemlicher Ausdehnung unter einander fest verlötheten Muskeln lassen sich in späterer Zeit wieder von einander trennen, hängen nur, dicht um die Resectionsstelle mit einander verschmolzen, mit dem etwas verdickten Periost und den Knochenenden zusammen und senken sich auch in die zwischen denselben etwa bestehende Lücke ein.

Die Gebrauchsfähigkeit einknochiger Glieder war natürlich der entstandenen Pseudarthrose wegen aufgehoben; bei zweiknochigen Gliedern war der unverletzte Knochen oft eine genügend feste Stütze, um die Gebrauchsfähigkeit der Extremität ganz vollkommen zu erhalten.

3. Exstirpation der Knochen.

Nur sechs Mal habe ich an Tauben den Radius ohne Schonung des Periosts exstirpirt. Die Wunden schlossen sich durch

ein fest anhaftendes vertrocknendes Blutgerinsel und heilten alle prima intentione. Entzündliche Erscheinungen in der Umgegend derselben traten gar nicht auf. Wenn ich nach drei bis sechs Wochen den Thieren die zusammengebundenen Flügel löste, so flogen sie vollkommen gut.

In keinem Falle habe ich eine Spur von Knochenneubildung gesehen. Ich fühlte durch die Weichtheile an der Stelle des Radius einen festen, dünnen, ganz biegsamen Strang hindurch. Bei der anatomischen Untersuchung war auch dieser oft nicht zu finden. Die feste Narbe der an der Stelle des Radius unter einander fest verwachsenen Weichtheile hatte offenbar das Gefühl eines Stranges gegeben. Sonst fand sich zwischen den Weichtheilen eine fest mit ihnen zusammenhängende dünne strangartige Bindegewebsmasse, welche in einem Fall einen Rest verschrumpften gelb-bräunlichen Blutgerinsels einkapselte. Die bei der Operation blossgelegten aber nicht verletzten Gelenkflächen waren, von den verwachsenen Weichtheilen dicht umschlossen, mit unverändertem Knorpel bedeckt.

IV.

Experimente, welche die Präparate zu den Abbildungen geliefert haben.

---

1. Resection in der Contiguität.

Experiment I.

Taf. I. Fig. 1, 2 und 3.

Einem ausgewachsenen Kaninchen wurde auf die früher angegebene Weise das Caput humeri mit einem Theil der Diaphyse, im Ganzen ein sieben Linien langes Stück resecirt. Die Länge des Oberarms von der Spitze des Acromion bis zur Spitze des Olecranon betrug vor der Operation 2 ½ Zoll, unmittelbar nach der Operation 2 Zoll 2 Linien. Drei Stunden nachher war keine Verkürzung mehr zu finden. Das Thier war munter, lief mit hängendem etwas nachschleppenden Beine umher und frass. Allmälig zog das Thier die Extremität soweit gegen den Leib an, dass dieselbe beim Laufen den Boden nicht berührte. Am 18. Tage nach der Operation starb es. Bei der bald nach dem Tode angestellten Untersuchung fand ich den resecirten Oberarm um drei Linien gegen den gesunden verkürzt. — Bei der Section fand sich eine wallnussgrosse härtliche Geschwulst an der vorderen Brustwand zwischen den Vorderbeinen, welche eingedickten gelben Eiter enthielt. Lungen und Herz waren gesund.

Um die Gegend des Gelenkes zeigte sich keine merkliche Anschwellung. Die Wunde war verklebt, die Weichtheile in der nächsten Umgebung derselben eitrig infiltrirt. Nach dem Durchschneiden der Weichtheile an der Aussenseite des Gelenkes kam

man in eine mit eingedicktem Eiter angefüllte, etwa erbsengrosse Höhle. Das resecirte Ende des Humerus war in derselben nahe an der Cavitas glenoidea gelagert. Die Muskeln umgaben den Knochen bis eine halbe Linie unter der Resectionsfläche; sie waren in ihrem Verlaufe bis zur Cavitas glenoidea und um dieselbe fest unter einander verschmolzen, fast knorpelhart und bildeten so gewissermassen eine Kapsel um die Stelle des Gelenkes. Auf ihrer innern freien Fläche waren sie mit Granulationen bedeckt. Von einer etwa zwei Linien dicken, weissen, ziemlich festen Kappe war die Resectionsfläche des Knochens bedeckt und stand mit derselben gegen die Cavitas glenoidea an. Die Kappe hing mit der Markhöhle innig zusammen und lag auf den freien Knochenrändern auf, ohne ihnen anzuhaften. Die Substanz der Kappe bestand nach microscopischer Untersuchung aus einer amorphen feinkörnigen, gelblich trüben Masse, durch welche starre Fasern in sich kreuzenden Zügen verliefen. Eiterkörperchen waren in den Rändern und der Umgegend des Objects sichtbar. Oberhalb der Insertion der Muskeln war der Knochen weiss, trocken, glatt, vom Periost entblösst. (Fig. 1. b. Fig. 2. bb.) Die Loslösung der Muskeln von dem Humerus war sehr mühsam. Bei derselben wurde das Periost, welches den Knochen bis an den nekrotischen Ring bedeckte, und einige der gleich zu beschreibenden zwischen dem Knochen und dem Periost liegenden Körper mit letzterem von dem Knochen losgerissen. Nach der Freilegung des oberen Endes des Knochens bemerkte man einen ringförmigen Wulst um dasselbe, welcher dicht unter dem von Periost entblössten Theile begann und in allmälig sich verdünnender Schicht nach unten abstieg, bis er etwa ¼ Zoll unter der Resectionsfläche sich unmerklich in den gesunden Knochen verlor. Diese Auflagerung bestand in ihren oberflächlichen Partieen aus einer gelb-röthlichen Masse, in welche namentlich an dem oberen Rande perlschnurförmig etwa stecknadelknopfgrosse blassere und festere Knoten eingelagert waren. Diese enthielten wieder in ihrem Centrum eine schneeweisse Masse. Die tieferen dem Knochen zunächst gelegenen Schichten der Auflagerung waren gleichmässig weiss und hingen namentlich nach unten untrennbar mit dem Knochen zusammen. (Fig. 1. a. Fig. 2. aa.) In den oberen Partieen liess sich die ganze Auflage-

rung, wie es schon bei der Blosslegung des Knochens unwillkürlich geschehen war, von dem Knochen abheben. Derselbe war darunter ein wenig rauh, blass.

Bei miscroscopischer Untersuchung zeigte sich die gelb-röthliche Masse als aus einer Menge feiner paralleler Fasern bestehend, welche auf Zusatz von Essigsäure blasser wurden, allmälig verschwanden und eine Menge feiner schwärzlicher längs gezogener, der Längsaxe der Fasern entsprechend gelagerter Kerne hinterliessen. Den in sie eingebetteten rundlichen Knoten zunächst nahmen die Fasern eine concentrische Anordnung um die Knoten an; die Zahl der Kerne vermehrte sich daselbst ausserordentlich; dieselben wurden kleiner, rund und der Uebergang in wahren Knorpel, aus welchem die blasse Substanz der festen Knoten bestand, war sehr allmälig. In dem Knorpel waren die Kerne klein, rundlich, sehr dicht gelagert, theils mit, theils ohne Kernkörperchen, umgeben von einer meist ziemlich eng anschliessenden Zellenmembran, deren Inhalt etwas dunkler als die sie umgebende spärliche Intercellularsubstanz und fein granulirt war. Im Bereiche der schneeweissen Massen in den blassen Knoten war der Knorpel in Verknöcherung begriffen. In der Intercellularsubstanz daselbst waren eine Menge feiner schwarzer Körnchen eingestreut, welche an den Rändern der Verknöcherung die noch unveränderten Knorpelzellen umgaben. In dem Bereich der Verknöcherung trugen die Knorpelzellen auf ihrer innern Fläche einen Ring feiner schwarzer eckiger Körner. Zwischen diesen Körnern zogen feine Kanälchen nach aussen radienförmig in die Intercellularsubstanz. An einzelnen Schnitten schienen die Knorpelzellen aus der Intercellularsubstanz verschwunden und diese umzog helle Räume, nahm ein maschiges Gefüge an. Die Kerne in den verknöchernden oder verknöcherten Knorpelzellen waren zum Theil geschrumpft, zum Theil verschwunden, und dann stellte sich das aus der Knorpelzelle gebildete Knochenkörperchen deutlich als ein hohler Raum dar. Auf Zusatz von Essigsäure verschwanden langsam unter bedeutender Entwicklung von Luftblasen die schwarzen Körner, sowohl die kleineren aus der Intercellularsubstanz als die grösseren aus den Knorpelzellen. Vollkommen klarer Knorpel, in welchem die Knorpelzellen nur sehr fein granulirt und trüber waren, als

die Grundsubstanz, und theils geschrumpfte Kerne enthielten, theils ohne Kerne waren, blieb zurück. Die hellen Maschen waren von hyaliner Intercellularsubstanz umgeben. Bei dem Vertrocknen des mit Essigsäure behandelten Präparats schossen kleine Krystalle, rhombische Tafeln, theils einfache, meist aber zu zwei, drei und sternförmig aneinander oder sich kreuzend über einander gelagert an. Auf Zusatz von destillirtem Wasser verschwanden dieselben wieder.

Nach dem Loslösen der fest adhärirenden Kappe von der Resectionsfläche des Knochens zeigte sich ein etwa ½ Linie breiter und ebenso ½ Linie nach abwärts steigender Ring poröser Knochensubstanz an der Innenfläche des freien Randes des Knochens. (Fig. 2. c.) Derselbe war höher gelegen als der obere Rand des aussen aufgelagerten Ringes. Die Markhöhle war durch denselben noch nicht vollständig geschlossen. — Auf dem Längsdurchschnitt des Knochens war die Marksubstanz unterhalb des inneren knöchernen Ringes vollkommen normal. An der Aussenseite des Knochens liefen zwei feine nach oben etwas stärker werdende weisse Streifen knöcherner Substanz etwa ¼ Zoll unterhalb der Resectionsfläche beginnend bis etwa ½ Linie unterhalb derselben, grade bis zu der Höhe, wo auf der inneren Fläche des Knochens der knöcherne Ring begann.

Die Cavitas glenoidea war von eitrig infiltrirten Fetzen bedeckt. Unter denselben lag der etwas rauhe, getrübte Knorpel, welcher auf einem grossen Theil der Gelenkfläche verdünnt war. Bei microscopischer Untersuchung zeigte derselbe die früher erwähnten Veränderungen der Erweichung. An einer Stelle nahe der Mitte der Gelenkfläche (Fig. 3. a.) fehlte der Knorpel und war der Knochen durchbohrt. Der Eiter drang durch die Oeffnung in die diploetische Substanz des Gelenkfortsatzes ein. Um denselben lag eine Schicht neuer weisser Knochenmasse. (Fig. 3. bbb.)

Experiment II.

Taf. I. Fig. 4 und 5.

Einem ausgewachsenen Kaninchen wurde der rechte Oberarmkopf mit einem Theil der Diaphyse, zusammen ein neun Linien langes Stück resecirt. Die Länge von der Spitze des Acromion

bis zur Spitze des Olecranon betrug vor der Operation 2½ Zoll. Unmittelbar nach der Operation betrug bei ruhiger Stellung des Thieres derselbe Raum 2¼ Zoll. Einige Stunden später ergab die Messung die frühere Länge von 2½ Zoll. Das Thier blieb munter, schleppte den rechten Vorderfuss nach, sich wenig darauf stützend. Gegen Ende der dritten Woche bediente es sich desselben etwas beim Laufen; weiter nahm die Gebrauchsfähigkeit des Beines bis zum Tode nicht zu. Ehe das Thier am 54. Tage nach der Operation getödtet wurde, war der rechte Oberarm um ¼ Zoll gegen den linken verkürzt.

Section. Die Wunde war bis auf eine kleine Stelle verheilt, aus welcher sich bei Druck gelblicher ziemlich dickflüssiger Eiter entleerte. Um das Schultergelenk war keine bemerkbare Anschwellung vorhanden. Man fühlte das obere Ende des Humerus kugelig aufgetrieben und frei beweglich durch die Weichtheile durch. Nach Trennung derselben kam man in eine neugebildete Gelenkkapsel, welche von der Cavitas glenoidea ausging, das obere Ende des Humerus umfasste und sich unterhalb der kugeligen Auftreibung desselben inserirte. Dieselbe enthielt wenig Eiter. Ihre Seitenwände waren auf der Innenfläche etwas rauh, flockig, trübe. Mit der Aussenfläche der Kapsel waren die das Gelenk umgebenden Muskeln fest verwachsen. Dieselben liessen sich auch in weiterer Entfernung von der Kapsel nicht von einander sondern. Die Sehne des M. biceps verlief, mit der Kapsel nur lose zusammenhängend, an der hinteren Fläche derselben. Das oberste Ende des resecirten Humerus war als ein unregelmässiger etwa eine Linie hoher glatter nekrotischer Ring sichtbar. (Fig. 4. c. Fig. 5. f.) Unter demselben war die kugelige Anschwellung am bedeutendsten. Sie erstreckte sich, allmälig sich verdünnend, etwa 1½ Zoll weit an dem Humerus herab. Sie war von Periost bekleidet, welches sich auf dem unterhalb der Anschwellung unveränderten Humerus fortsetzte. An der Aussenseite des Knochens konnte man zwei Arten der Auflagerung unterscheiden. Die eine war schneeweis, porös, ziemlich weich, begann mit einer feinen Schicht und lag nach oben hin zunehmend unmittelbar dem Knochen an. Sie erstreckte sich auf der einen Seite in dünnerer Schicht nicht ganz so hoch hinauf als auf der anderen Seite. (Fig. 4. bb.

Fig. 5. cc.) Die zweite Art der Auflagerung war bräunlich-gelb (Fig. 4. a. Fig. 5. aa.), lag der eben beschriebenen Auflagerung auf, und hing mit der Kapsel unmittelbar zusammen. Sie hielt nicht die Grenzen der dem Knochen unmittelbar anliegenden Masse ein, und war auf der Seite, auf welcher diese am schwächsten war, am stärksten. Sie bildete auf dieser Seite die Hülle für ein Depot eingedickten Eiters. (Fig. 5. b.) In dieselbe waren einzelne, theils getrennte, theils mit einander zusammenhängende rundliche weisse Knochenmassen eingestreut, welche sich vollkommen wie die dem Knochen anliegende Masse verhielten. (Fig. 5. d.) Unterhalb des freien Schnittrandes des Humerus war die Markhöhle in der Ausdehnung von etwa einer Linie mit dickem Eiter gefüllt, darunter durch feste, dem Knochen untrennbar anhaftende, etwa eine Linie hohe Knochenmasse vollständig geschlossen. (Fig. 5. e.) Dieselbe setzte sich noch einige Linien weit an den Wänden der Markhöhle nach abwärts fort. Bei microscopischer Untersuchung zeigte sich die gelbliche weichere Auflagerung und die neue Gelenkkapsel als Bindegewebe; die weissen Massen als normale Knochensubstanz.

Der Gelenkknorpel der Cavitas glenoidea war trübe, gelblichbraun, von den Rändern der Gelenkfläche losgestossen. Bei microscopischer Untersuchung zeigte er an den der Peripherie zunächst gelegenen und in den oberflächlichen Schichten die früher beschriebenen Veränderungen der Erweichung. In den tieferen Schichten des Centrums war er von normalem Knorpel nur durch eine feinkörnige Trübung der Intercellularsubstanz, durch eine Volumszunahme der Zellen und durch eine reichliche Ablagerung von Fetttröpfchen und Fettkörnchen in dieselben unterschieden. An der Scapula zeigten sich keine Veränderungen.

Experiment III.

Taf. I. Fig. 6, 7 und 8.

Einem ausgewachsenen Kaninchen wurde der drei Linien hohe Oberarmkopf (Fig. 6.) resecirt. Ein schräg abgebrochener Zacken, welcher auf der Sägefläche stehengeblieben war, wurde mit der Knochenzange abgekniffen. Die Muskeln bedeckten die zurückgebliebene Diaphyse des Humerus bis an die Sägefläche. Eine

Verkürzung des Beines war weder unmittelbar nach der Operation noch in späterer Zeit bemerkbar. Das Thier blieb ganz munter. Entzündliche Anschwellung in der Umgegend der Wunde war nur in den nächsten Tagen nach der Operation vorhanden und verschwand mit dem Beginn der Eiterung, unter welcher die anfangs verklebte, später wieder geöffnete Wunde heilte. Schon nach 14 Tagen lief das Thier vollkommen gut und bediente sich seines operirten Beines fast so gut als des gesunden. Es schleppte dasselbe nur ein wenig nach. Am 28. Tage nach der Operation, wurde das Thier getödtet.

Section. Die Wunde war vollkommen geheilt; die Hautnarbe mit den unterliegenden Weichtheilen fest verwachsen. Der Humerus war mit der Scapula fest verbunden, frei beweglich. Eine neue kurze dünne Gelenkkapsel (Fig. 8. cc.) hatte sich gebildet, welche von den Rändern der Cavitas glenoidea kam und sich an den oberen Rand des resecirten Humerus ansetzte. Mit derselben waren die das Gelenk umgebenden Muskeln fest verwachsen; etwas weiter entfernt von der Kapsel waren dieselben leicht von einander zu trennen; durch die Kapsel hingen sie mit dem Schnittrande des Knochens fest zusammen. Die unverletzte Sehne des M. biceps verlief an der hinteren Seite der Kapsel, mit derselben leicht verwachsen, ziemlich frei beweglich. Innerhalb der Kapsel fand sich eine seröse, etwas fadenziehende Flüssigkeit, welche unter dem Microscop Fetttröpfchen von verschiedener Grösse, granulirte kleine Körperchen und Epithelialzellen zeigte. Die Innenfläche der Kapsel war glatt, mit einer Schicht von Pflasterepithelium bekleidet, welches sich mit der Kapsel auch über das obere Ende des Humerus hinüberzog. Eine Spur von Knorpel war auf diesem nicht zu entdecken. An der äusseren Seite des überall von Periost bekleideten Humerus hatte sich eine äusserst dünne Schicht weisser poröser Knochensubstanz aufgelagert (Fig. 7. a. Fig. 8. cc.), welche auf der einen Seite etwa zwei Linien, auf der anderen Seite etwa sechs Linien von der Schnittfläche des Knochens nach abwärts stieg und die freien Schnittränder des Knochens theilweise ein wenig bedeckte. Die Markhöhle war durch eine ½ Linie dicke etwas rauhe feste Knochenplatte verschlossen (Fig. 8. dd.), welche mit den Wänden der Markhöhle und dem von der Gelenk-

kapsel kommenden Ueberzuge fest zusammenhing. Die Cavitas glenoidea war von normalem Knorpel vollständig bedeckt. An der Scapula waren auch sonst keine Veränderungen bemerkbar. — Lungen und Herz waren gesund.

Experiment IV.

Taf. I. Fig. 9, 10, 11 und 12.

Einem ausgewachsenen Kaninchen wurde der rechte Oberarmkopf mit einem Theil der Diaphyse, im Ganzen ein sechs Linien langes Knochenstück resecirt. Die Wunde wurde nur durch loses Ineinanderdrehen der Haare vereinigt. Vor der Operation betrug die Länge des Oberarms von der Spitze des Acromion bis zum Olecranon 2½ Zoll; unmittelbar nach der Operation war eine Verkürzung von vier Linien eingetreten, welche aber nach vier Stunden fast vollständig wieder verschwunden war. Das Thier war anfangs in einen kleinen dunklen Raum eingesperrt, frass nicht, sass still da. Am zweiten Tage nach der Operation zeigte sich eine bedeutende fluctuirende und bei Druck sehr schmerzhafte Anschwellung, welche die Gegend des Schultergelenkes, den ganzen Oberarm und die äussere und hintere Seite des Vorderarmes einnahm. An der hinteren Seite des Vorderarmes war die Fluctuation am deutlichsten und eine kleine Incision daselbst entleerte eine Menge bräunlich wässeriger Flüssigkeit. Die Operationswunde war fest verklebt. Nachdem sie wieder eröffnet worden, floss auch hier eine Flüssigkeit von derselben Beschaffenheit aus. Das Thier wurde darauf in einen grösseren hellen Raum gebracht, fing bald an zu fressen und umher zu laufen, wobei es das operirte Bein an den Leib angezogen, hängend trug. Die Anschwellung an demselben verlor sich bald vollständig; die Incisions- wie die Operations-Wunde heilte durch Eiterung, letztere bis auf eine kleine Fistelöffnung, aus welcher sich bei Druck fortdauernd etwas dicker Eiter entleerte. Am Ende der dritten Woche setzte das Thier das operirte Bein schon bei dem Laufen auf, schleppte dasselbe aber noch sehr nach und stützte sich offenbar wenig auf dasselbe. Gegen Ende der zwölften Woche gebrauchte das Thier das operirte Bein fast so gut als das gesunde und lief so schnell und behende, dass es selbst in einem kleinen Raum schwer zu fangen war. Der ope-

rirte Oberarm war gegen den gesunden um zwei Linien verkürzt. Am 84. Tage nach der Operation wurde das Thier getödtet.

Section. Die Operationswunde war bis auf eine Fistelöffnung vollständig vernarbt. Die Narbe, so wie die Haut am Oberarm und um die Incisionsstelle am Vorderarm war fest mit der unterliegenden Fascie verwachsen. Das obere kolbig zugerundete Ende des Humerus (Fig. 9. b. Fig. 10.) war mit dem aufgetriebenen Gelenkende der Scapula (Fig. 9. a.) durch ein scheinbar solides sehr dickes fibröses Gewebe (Fig. 9. c.) verbunden, mit dessen äusserer Fläche die umliegenden Muskeln fest verwachsen waren. Auch in weiterer Entfernung von demselben fand diese Verwachsung der Muskeln statt. Die bei der Operation unverletzte Sehne des M. biceps verlief durch den hinteren Theil des fibrösen Gewebes und war in demselben wenig beweglich, ziemlich fest verwachsen. Sie hatte ihre weissglänzende Farbe verloren, war matter, graulich. Die fibröse Masse setzte sich an die ganze Fläche der ihres Knorpelüberzuges vollständig beraubten Cavitas glenoidea an, und verlief als eine etwa 4 Linien breite, ovale, compacte Masse zum oberen Ende des Humerus, an dessen äusserer Fläche, etwa 2 Linien unter dem oberen Rande, sie sich anheftete. Das obere Ende des Humerus lag, als eine nach oben offene Halbkugel, gegen das untere Ende der fibrösen Masse an und war auf der Fläche mit dieser nicht verbunden. In dem kolbigen oben offenen Ende des Humerus lag, von neuer Knochenmasse umschlossen, ein unregelmässiger vollständig gelöster nekrotischer Knochenring (Fig. 12.). Die neue compacte Knochenmasse stieg mit einer feinen Schicht sieben Linien unter dem oberen Rande beginnend an der äusseren Fläche des Humerus empor und wurde allmälig, sich nach oben kolbig ausbreitend, eine Linie dick. Sie fehlte an der vorderen Seite der Gelenkgegend, der Fistelöffnung entsprechend, so dass man durch diese mit der Sonde den nekrotischen Knochen fühlen konnte. Ihre Oberfläche war mit einzelnen kleinen Höckern besetzt, sonst glatt. Sie war auf dem Längsdurchschnitt nicht mehr scharf von dem alten Knochen zu unterscheiden, welcher etwas dunkler, bräunlich gefärbt in sie allmälig überging. Die Bildung diploetischer Substanz war in ihr durch zahlreiche feine röthlich gefärbte Löcher angedeutet. (Fig. 11. aa.) Die nicht verschlossene

Markhöhle des Knochens enthielt bis etwa fünf Linien unter dem oberen Ende des Humerus unverändertes Mark; weiter nach oben dicken Eiter, welcher sowohl auf einem noch stehengebliebenen, weissen, wie cariös aussehenden Rest der Wand des alten Knochens (Fig. 11. b.) auflag, als auch den nekrotischen Knochenring ausfüllte.

Das Gelenkende der Scapula war ebenfalls von ziemlich fester weisser höckeriger neuer Knochenmasse bedeckt, welche sich einige Linien weit längs der Fossa supraspinata fortzog. (Fig. 9. a.)

Die Eingeweide des Kaninchens waren vollkommen gesund.

Experiment V.

Taf. II. Fig. 1 und 2.

Einem ausgewachsenen grossen Kaninchen wurde der rechte Oberarmkopf und ein Theil der Diaphyse, im Ganzen ein sechs Linien langes Stück des Knochens resecirt. Die Wunde wurde gar nicht geschlossen, der Knochen nur möglichst tief unter die Weichtheile geschoben und mit denselben bedeckt. Vor der Operation betrug die Länge von der Spitze des Acromion bis zum Olecranon 2 Zoll 9 Linien, unmittelbar nach der Operation betrug dieselbe Länge nur 2 Zoll 4 Linien. Am folgenden Tage konnte eine Verkürzung nicht mehr wahrgenommen werden. Um die Resectionsstelle fand sich eine mässige Anschwellung, welche sich bis gegen das Ellbogengelenk herab erstreckte. In der folgenden Zeit wurde das Thier nicht wieder untersucht; es war munter, frass und lief mit etwas angezogenem hängenden Bein umher. Gegen Ende der fünften Woche nach der Operation wurde eine Contractur im Hand- und Ellbogengelenke bemerkt, welche allmälig in dem Grade zunahm, dass das Thier am Ende der siebenten Woche bei angezogener Extremität mit der rechtwinkelig gegen den Vorderarm nach unten gebogenen Spitze des Beines auftrat. Es stützte sich wenig auf dasselbe und schleppte es etwas nach. Kurz bevor das Thier am 52. Tage nach der Operation getödtet wurde, war ein Unterschied in der Länge beider Oberarme nicht zu bemerken.

Section. Um die Gegend des Schulter- und Ellbogen-Gelenkes fühlte man je eine kugelrunde teigig weiche Geschwulst.

Die Operationswunde war bis auf eine kleine Oeffnung geschlossen, aus welcher sich bei Druck dicker trockener Eiter entleerte. Unter der Haut hatte sich an der operirten Seite nach der Brust herab und längs des ganzen Bauches bis nahe dem Becken eine mit dickem krümlichen Eiter spärlich gefüllte Senkung gebildet. An Stelle des Schultergelenkes war eine sehr feste Kapsel entstanden, welche nach unten und hinten kugelig ausgestülpt, mit dickem weissen Eiter gefüllt war und die Cavitas glenoidea wie das resecirte Ende des Knochens umgab. (Fig. 1. c. Fig. 2. cc.) Die das Gelenk umgebenden Muskeln waren fest unter einander und mit der Kapsel verwachsen und inserirten sich an das resecirte Knochenende in gleicher Höhe mit der Kapsel. Die Sehne des M. biceps war von einer Duplicatur in der hinteren Seite der Kapsel eingeschlossen, locker mit derselben verwachsen. Die Innenfläche der Kapsel war etwas rauh, trübe. Der trockene Eiter haftete ziemlich fest an derselben an. Microscopisch untersucht zeigte sich das Gewebe der Kapsel aus vielen mit einander parallel verlaufenden etwas geschlängelten Fasern und Kernfasern zusammengesetzt. Dieselben durchkreuzten einander in verschiedenen Zügen vielfach. Zwischen ihnen waren kleine rundliche und langgestreckte Kerne eingestreut. Der Humerus war bis zu der Insertion der Muskeln und der Kapsel von unten nach oben mit einer, demselben fest aufliegenden, an einzelnen Stellen stalaktitenähnlichen Knochenablagerung bedeckt. (Fig. 1. bbb. Fig. 2. b.) Am stärksten war dieselbe etwas über der unteren Epiphyse des Humerus oberhalb der Gelenkkapsel des Ellbogengelenks, welche selbst der Sitz der erwähnten Geschwulst und mit dickem Eiter gefüllt war. Das obere Ende des Humerus war kolbig aufgetrieben. Diese Auftreibung befand sich grösstentheils ausserhalb der neuen Gelenkkapsel. Oberhalb der Auftreibung zeigte sich ein unregelmässiger, durchschnittlich eine Linie breiter nekrotischer Knochenring. (Fig. 1. c.) Die um das Resectionsende des Humerus abgelagerte Knochenmasse war am stärksten an der vorderen Seite desselben, umgab es aber überall wie eine unregelmässig höckerige Kapsel. Die Verknöcherung war vollständig, nirgend fand man noch Knorpel. Theils das Periost, theils die Kapsel, soweit sie das Ende des Humerus einschloss, überzogen die neue Knochenmasse, hingen fest

mit ihr zusammen und senkten sich in alle Vertiefungen zwischen den einzelnen Höckern derselben ein. Das oberste Ende der Markhöhle war mit Eiter gefüllt; unter demselben fand sich ein vollständiger Verschluss der Markhöhle durch Knochenmasse. (Fig. 1. d.) Dieselbe war, wie auf dem Längsdurchschnitt zu sehen, in ihrer hinteren Hälfte fast noch einmal so hoch als in ihrer vorderen und lagerte in der Markhöhle oberhalb der Stelle, bis zu welcher die äussere Knochenauflagerung reichte, mit ihrem unteren Rande genau in einer Höhe mit dem oberen Rande der aussen aufgelagerten Knochenschicht, also in dem Kochenringe, welcher von aussen gesehen, glatt und nekrotisch erschien. Unterhalb der Knochenmasse war die Markhöhle mit vollkommen normalem Marke gefüllt und an keiner Stelle verengt. Die neue Knochenmasse war weisser als der alte Knochen, ziemlich porös und weich, zeigte unter dem Microscop die normale Textur des Knochens mit vorwiegenden grossen Höhlen. Eine gleiche Knochenablagerung hatte um den Gelenkfortsatz der Scapula und längs der Spina scapulae in der oberen und unteren Grätengrube stattgehabt. (Fig. 1. aaa. Fig. 2. aa.) Sie war besonders stark an dem oberen Rande des Gelenkfortsatzes, welcher zu einer festen Kugel fast von der Grösse einer kleinen Kirsche aufgetrieben war. In der neuen Ablagerung zeigten sich auf dem Durchschnitt zahlreiche kleine und grössere runde und unregelmässige Höhlen, welche mit eingedicktem Eiter gefüllt waren. Die Markhöhle des vorderen Endes der Scapula war ganz unverändert. Der verdünnte Knorpelüberzug der Gelenkfläche fehlte an den Rändern ganz. Da, wo er vorhanden, war er matt, trübe und mit einem weissen Beschlage bedeckt. Die Intercellularsubstanz desselben war getrübt, gelblich feinkörnig; die Knorpelzellen waren vergrössert, längsgestreckt und mit ihren Längenaxen in einer Richtung parallel einander gelagert. In ihnen lagen theils feine runde Körnchen, welche man für Fetttröpfchen halten musste, theils 3, 4 bis 5 ziemlich eckige schwärzliche Kerne, welche die Zelle oft vollständig füllten. Dieselben veränderten sich nicht auf Einwirkung von verdünnter Salzsäure, welche auch die Entwicklung von Luftblasen nicht zur Folge hatte. Zwischen der Gelenkfläche der Scapula und dem oberen Ende des Humerus lag ein etwa eine Linie dicker platter Wulst, welcher von der Kapsel

ausgehend, dieselbe in eine obere und eine untere Hälfte theilte. (Fig. 1. f.) Seine Oberfläche war von gleicher Beschaffenheit, wie die Innenfläche der Kapsel; seine Structur, microscopisch untersucht, unterschied sich von der der Kapsel nur durch eine undeutlichere Faserung und durch die Ablagerung von vieler grobkrümlicher amorpher Masse zwischen den Fasern und in Maschen, welche durch die Kreuzung der Fasern gebildet wurden. Es schien dies von einer Durchtränkung mit Eiter, welcher allmälig eingedickt war, abzuhängen.

Zwischen den Blättern der Pleura fanden sich theils frischere, theils ältere Adhaesionen. Das Herz war mit der inneren Fläche des Pericardium durch zahlreiche längliche dünne Adhaesionen fest verklebt. An der oberen Fläche des unteren rechten Lungenlappens fand sich in gesunder Lungensubstanz eine Druse von vier Hanfkorn- bis Erbsen-grossen harten Knoten, welche auf dem Durchschnitt feinkörnig weissgelb waren und aus eingedicktem Eiter bestanden.

Experiment VI.

Taf. II. Fig. 3 und 4.

Einem kleinen noch nicht völlig ausgewachsenen Kaninchen wurde das rechte Caput humeri mit einem Theil der Diaphyse, im Ganzen ein fünf Linien langes Stück resecirt. Die Wunde wurde gar nicht vereinigt, der resecirte Knochen nur unter die Weichtheile geschoben. Ich vergass die Messungen der Extremität anzustellen. Drei Tage nach der Operation war eine sehr geringe, undeutlich fluctuirende Anschwellung der Gegend um die Resectionsstelle vorhanden; das resecirte Ende des Humerus war einige Linien lang zwischen den Wundrändern vorgefallen und wurde reponirt. Das Thier war munter und lief mit hängendem an den Leib angezogenen Vorderbein umher. Drei Tage später war die Wunde in Eiterung; die Anschwellung um die Gelenkgegend hatte sich vermindert, war teigig geworden; das obere Ende des Humerus war wieder etwa 3 Linien lang zwischen den Wundrändern vorgefallen, mit schmierigem Exsudat bedeckt, blass-bräunlich und wurde nicht reponirt. Das Thier blieb fortdauernd munter; die Wunde schloss sich um das vorgefallene Knochenende; etwas

dicker Eiter kam bei Druck auf die Gelenkgegend noch an den Seiten des Knochens zum Vorschein. So war es, als das Thier am 56. Tage nach der Operation getödtet wurde. Kurz vorher lief es schnell, stützte sich aber mit der Spitze der operirten Extremität nur wenig auf, trug dieselbe meist hängend, gegen den Rumpf angezogen.

Section. Zwischen dem stark von unten und hinten nach oben und vorn dislocirten Humerus und der Scapula war es zu einer festen beweglichen Verbindung gekommen. Das obere Ende des Humerus war in der Ausdehnung von vier Linien nekrotisch (Fig. 3. b. Fig. 4. a.), darunter hatte sich, durch eine deutliche Demarcationslinie getrennt, an dem Oberarmbein weisse, ziemlich feste neue Knochenmasse, sowohl auf der äusseren Seite desselben, als in der Markhöhle, gebildet. In diese Knochenmasse verlor sich der etwas bräunlicher gefärbte, alte Knochen (Fig. 3. cc.), nicht mehr überall deutlich erkennbar. Die neue Knochenmasse (Fig. 3. dd.) schloss die Markhöhle nicht vollständig. Sie ging an der hinteren Seite des Humerus in einen ½ Zoll langen, von hinten nach vorn gekrümmten, schnabelartigen, etwas höckerigen Fortsatz (Fig. 3. e. Fig. 4. b.) über, welcher mit seiner Spitze gegen die Gelenkfläche der Scapula sich anlehnte. Derselbe war von einer Schicht starken fibrösen Gewebes (Fig. 3. ff.), welches innig mit demselben zusammenhing, umschlossen. Dieses breitete sich von der Spitze des Fortsatzes über die ganze ihres Knorpels beraubte Cavitas glenoidea aus, und endigte an den Rändern derselben. Die das Schultergelenk umgebenden Muskeln waren sowohl unter einander, als namentlich fest mit diesem fibrösen Gewebe verwachsen. Ihre Anordnung war die normale; sie waren verkürzt, und die an der vorderen und inneren Seite des Humerus verlaufenden, entsprechend der Dislocation des Humerus, etwas nach hinten verschoben. Die Sehne des M. biceps war erhalten, und verlief wie das obere Ende des Muskels an der hinteren Fläche des schnabelförmigen Fortsatzes. Bis zur Abgangsstelle desselben bekleidete das normale Periost den Knochen; weiter liess es sich nicht verfolgen. Um das Gelenkende der Scapula hatte sich weisse, höckerige, neue Knochenmasse abgelagert. (Fig. 3. a.)

Die Eingeweide waren gesund.

Experiment VII.

Taf. II. Fig. 5, 6, 7 und 8.

Einer ausgewachsenen Taube wurde ein neun Linien breites, fünf Linien langes Stück vom oberen Ende des Humerus resecirt. (Fig. 5.) Bei der Operation machte sich die Verletzung der Luftsäcke durch deutliches Zischen aus der Wunde und den Austritt schaumigen Blutes aus derselben bemerklich. Die Wunde wurde nicht vereinigt, die Flügel fest zusammen gebunden. Das Thier blieb munter, lief umher und frass. Schon am zweiten Tage nach der Operation war die Wunde durch ein fest anhaftendes, trockenes Blutcoagulum geschlossen. Die Anschwellung in der Umgegend derselben war sehr unbedeutend. Eiterung war in der folgenden Zeit nicht deutlich zu bemerken; dünnes, gelbliches Secret floss in geringer Menge bei Druck unter dem Blutcoagulum hervor. Als dieses am Ende der dritten Woche gelöst war und entfernt wurde, war die Wunde darunter durch eine feine, lineäre Narbe geschlossen. Warf ich das Thier um diese Zeit in die Luft, so flatterte es, und bewegte auch etwas den operirten Flügel, doch fiel es schnell zur Erde, und liess dann den operirten Flügel schlaff herabhängen. Am 46. Tage nach der Operation wurde das Thier getödtet.

Section. Unmittelbar unter der geöffneten Hautnarbe kam man in eine mit derselben verwachsene, dünnhäutige Kapsel (Fig. 6. a.), welche sich an die obere Fläche des kolbigen Endes des Humerus ansetzte, und dasselbe mit der Scapula und dem Os coracoideum verband. An diesen Knochen überzog dieselbe sowohl die Gelenkfläche, auf welcher Knorpel nicht zu finden war, als auch in grösserer Ausdehnung die um dieselbe liegenden Muskeln, welche sich somit an die hintere Fläche der Kapsel ansetzten. An die nach vorn und innen gelegene Seite derselben inserirten sich die bei der Operation quer durchschnittenen Enden der von dem Schultergürtel kommenden Muskeln (Fig. 6. a.) und das obere Ende des M. triceps. Die Vorderseite der Kapsel war von Muskeln nicht bedeckt. Die Innenfläche der Kapsel war zottig, röthlich; ihr Gewebe verhielt sich bei microscopischer Untersuchung wie Bindegewebe. Etwas dünne Flüssigkeit füllte die Höhle derselben.

Das obere Ende des Humerus zeigte auf der äusseren Seite neue Knochenablagerung (Fig. 7. und 8. a), welche fünf Linien unter dem obern freien Rande des Knochens beginnend, nach oben allmälig dicker wurde, von röthlich brauner Farbe, sehr fest war, und in einen rundlichen, hochgelben Knochenwulst überging, welcher den freien Schnittrand des Humerus überwallte, die Markhöhle aber nicht vollständig bedeckte, und den eingetrockneten, röthlich-braunen, sehr festen Rest eines mit der Markhöhle zusammenhängenden Blutgerinsels einschloss. Auf der Innenfläche des Humerus, in gleicher Höhe wie die äussere Knochenablagerung beginnend, war ebenfalls neue Knochenmasse abgelagert, (Fig. 8. bb.) welche die Markhöhle nirgend vollständig schloss, an dem Schnittrande des Humerus unter dem hochgelben Knochenwulst endete, und von röthlich brauner Farbe und grosser Festigkeit war. Die sämmtliche neugebildete Knochenmasse haftete dem Humerus, welcher zwischen derselben noch deutlich erkennbar war (Fig. 8. cc.), unlöslich fest an, und verhielt sich bei microscopischer Untersuchung ganz wie normales Knochengewebe. In dem hochgelben Wulste war die Grundsubstanz des Knochens gelb gefärbt, sonst war der Wulst durch nichts von der übrigen Auflagerung unterschieden. Der quer durchschnittene M. brachialis überzog die vordere Seite des kolbigen Endes des Humerus, und setzte sich mit der Kapsel an die obere Fläche des Knochens an.

An den Knochen des Schultergürtels war nichts verändert. Die Eingeweide waren gesund.

Experiment VIII.

Taf. III. Fig. 1, 2 und 3.

Einem ausgewachsenen Kaninchen wurde der rechte Oberarmkopf und ein Theil der Diaphyse, zusammen ein Stück von 11 Linien resecirt. (Fig. 3.) Einige auf der Schnittfläche des Knochens stehengebliebene Knochenspitzen wurden mit der Knochenscheere abgekniffen. Die Länge der vorderen Extremität von der Spitze des Acromion bis zu der des Olecranon betrug vor der Operation 2½ Zoll. Nach der Operation bei ruhiger Stellung des Thieres betrug dieselbe Länge 2 Zoll. Die Wunde wurde durch Knopfnäthe vereinigt. Das Thier schleppte das Bein nach,

war munter. Während der ersten 6 Wochen blieb es in einem kleinen dunkeln Raum eingesperrt, sass still, frass gut. Dann kam es in einen grösseren hellen Raum, wurde schnell munter, und lief mit an den Leib gezogenem Vorderbeine umher. Schon am vierten Tage nach der Operation fand sich eine teigige, sehr bedeutende Anschwellung in der Umgegend der Resectionsstelle. Als dieselbe in den zwei folgenden Tagen noch zunahm, wurden die Suturen entfernt, und die verklebten Wundränder theilweise wieder getrennt. Eine ziemliche Menge bräunlicher, wässeriger Flüssigkeit, und etwas dicker, gelber Eiter floss darauf aus. Der Raum zwischen Acromion und Olecranon konnte wegen der bedeutenden Geschwulst nicht genau gemessen werden. In der folgenden Zeit wurde das Thier nicht wieder untersucht. Am Ende der 14. Woche fühlte ich um die Gegend des Schultergelenkes eine teigig feste, aus mehreren kleineren kugelförmigen Theilen zusammengesetzte Geschwulst. Die Wunde war fest vernarbt. Die passive Beweglichkeit im Schultergelenk war vollkommen frei; ich glaubte einen neuen Oberarmkopf durchzufühlen. Das Thier lief behende, trug das Vorderbein aber noch mehr, als es sich auf dasselbe stützte. Letzteres war bei ruhigem Laufen der Fall; wurde das Thier gejagt, so zog es das Bein hoch auf, und bediente sich nur seiner übrigen drei Extremitäten. Am 109. Tage nach der Operation wurde das Kaninchen getödtet.

Section. Die Haut in der Umgegend der Narbe und an dem ganzen Oberarm war mit den darunter liegenden Weichtheilen fest verwachsen. Ebenso waren die Muskeln in der Umgegend des Gelenkes unter einander und mit einer neuen starken Gelenkkapsel verwachsen, welche nach oben in zwei kuglige, harte Erhabenheiten ausgestülpt war. Die eine derselben (Fig. 1. d.') war mit der zu der Grösse einer Kirsche aufgetriebenen, ihres Knorpelüberzuges beraubten Gelenkfläche des Schulterblatts fest verwachsen. Ihre starke, fibröse Hülle ging in die zweite, weiter nach vorn gelegene Hervortreibung (Fig. 1. d) und in die Gelenkkapsel über. Ihr Inhalt, welcher aus eingedicktem, trockenen Eiter bestand, ging durch eine etwa stecknadelknopfgrosse Oeffnung an der Gelenkfläche des Schulterblatts in die diploetische Substanz dieses Knochens über. Der in dieser enthaltene Eiter war von

der zu einer mässig festen Knochenschale aufgetriebenen, compacten Substanz des Knochens (Fig. 1. a.) eingeschlossen. Diese Knochenschale hing wieder mit einer von fibröser, dicker Kapsel umgebenen Erhabenheit, welche ebenfalls eingedickten Eiter enthielt, und an dem hinteren, oberen Rande der Scapula (Fig. 1. d″.) lag, zusammen. Die weiter nach vorn gelegene Hervortreibung (Fig. 1. d.) stand durch eine etwa linsengrosse Oeffnung mit der Kapsel selbst in Verbindung, welche ebenfalls mit etwas dickem, schmierigem Eiter gefüllt war. An den Humerus setzte sich dieselbe unterhalb des kolbigen, oberen Endes desselben an normalen Knochen fest (Fig. 1. bb.). Die Innenfläche der Kapsel, wie die der Ausstülpungen, war rauh, trübe, mit Eiter bedeckt. Ihr Gewebe hatte die Structur des Bindegewebes. Die Sehne des M. biceps entsprang von dem oberen, inneren Rande den Cavitas glenoidea, und lief, mässig fest an das fibröse Gewebe um die Gelenkstelle angeheftet, anfangs in der Furche zwischen den kugeligen Ausstülpungen (Fig. 1. d′d.), dann an der Grenze zwischen der vorderen und hinteren Seite der am weitesten nach vorn gelegenen Ausstülpung (Fig. 1. d.) zum Oberarm herab. Das etwas verdickte Periost, welches den unter der Insertion der Kapsel liegenden Theil des Humerus bedeckte, ging in die Kapsel hinein und auf das in derselben befindliche, kolbige Ende des Humerus über (Fig. 1. e.). Dieses war an seiner oberen Fläche mit einer dünnen, trüben, gelblichen Schicht Bindegewebes bedeckt, in der Kapsel frei beweglich. An der Aussenseite des Knochens war neue, weisse, poröse, ziemlich feste Knochenmasse abgelagert, welche 5 Linien unter dem oberen Ende begann, nach oben etwas dicker wurde, sich kolbig ausbreitete, und mit einer feinen, unregelmässigen Lamelle oben die Markhöhle verschloss (Fig. 2. bb.). Auf dem Längsdurchschnitt war eine geringe Knochenablagerung auch auf der Innenfläche des Knochens sichtbar; in derselben aber, wie in der äusseren Auflagerung, war die Bildung diploetischer Substanz schon sehr weit vorgeschritten (Fig. 2.). Die stehengebliebene Knochenmasse des Humerus war ganz rauh, und von vielen feinen Oeffnungen durchbohrt, in der Resorption begriffen (Fig. 2. a. b.). Die ganze Höhle des Knochens war mit gesundem Mark gefüllt, welches in dem oberen Ende etwas blasser erschien, als in dem unteren Theile der Markhöhle.

Auf dem Gelenkfortsatz des Schulterblattes, längs der Fossa supraspinata, und dicht an der Gräte, längs der Fossa infraspinata, war neue, weisse, poröse, höckerige Knochenmasse abgelagert (Fig. 1. aa.).

Die Pleura costalis war in grosser Ausdehnung mit der Pleura pulmonalis, der Herzbeutel mit dem Herzen verwachsen. Im Uebrigen waren die Eingeweide gesund.

Experiment IX.

Taf. III. Fig. 4, 5, 6 und 7.

Einem grossen, ausgewachsenen Kaninchen wurde das rechte Caput humeri mit einem Stück der Diaphyse, zusammen ein neun Linien langes Stück (Fig. 5.) resecirt. Die Wunde wurde durch loses Ineinanderdrehen der Haare geschlossen, nachdem der resecirte Knochen möglichst tief unter die Weichtheile geschoben war. Die Länge des Oberarmes von der Spitze des Acromion bis zu der Spitze des Olecranon betrug vor der Operation 2 Zoll 9 Linien, unmittelbar nach derselben bei ruhiger sitzender Stellung des Thieres 2 Zoll 3 Linien. Das Thier war munter, schleppte die Extremität beim Laufen ein wenig nach. Vier Stunden nach der Operation mass der Raum zwischen den genannten Punkten 2 Zoll 7 Linien. Am zweiten Tage zeigte sich in der Umgegend der Resectionswunde eine mässige, etwas fluctuirende Anschwellung. Bei Druck auf dieselbe floss etwas bräunliche, wässerige Flüssigkeit aus der offenen Wunde aus. Der Abfluss war, nach der Durchfeuchtung und Verklebung der Haare an dem operirten Bein zu urtheilen, ein continuirlicher. Am 21. Tage nach der Operation betrug die Länge des Oberarmes 2 Zoll 7 Linien. Aus der Wunde floss fortdauernd dicker, guter Eiter aus; das Thier war munter. Beim Laufen stützte es sich ein wenig auf das noch immer etwas nachschleppende Bein; wurde es gejagt, so zog es das Bein an den Leib an, und lief auf drei Beinen. Als ich das Thier am Ende der zwölften Woche wieder untersuchte, war die Wunde fest vernarbt, und keine Spur von Anschwellung in der Umgegend derselben vorhanden. Durch die Weichtheile glaubte ich einen neuen Gelenkkopf deutlich durchzufühlen, welcher mit dem Schulterblatt fest verbunden, vollkom-

men frei beweglich war. Die Länge des Oberarmes betrug 2 Zoll 4 Linien, der gesunde Oberarm war vom Acromion bis zum Olecranon 2 Zoll 9 Linien lang. Das Thier lief vollkommen gut; sowohl bei ruhiger Bewegung, als auch wenn das Thier gejagt wurde, gebrauchte es das operirte Vorderbein so gut wie das unverletzte. Am 91. Tage nach der Operation wurde das Kaninchen getödtet.

Section. Die Hautnarbe war mit einer darunter liegenden Gelenkkapsel verwachsen. Diese kam von den Rändern der Cavitas glenoidea, und setzte sich etwa 3 Linien unter dem oberen Ende des etwas kolbig aufgetriebenen Humerus an; war vollständig geschlossen. Mit ihrer äusseren Fläche waren die die Gelenkgegend umgebenden Muskeln fest verwachsen; etwas weiter davon entfernt waren dieselben leicht von einander zu trennen. Ueber die vordere Fläche der Kapsel zogen dünne Reste des M. deltoideus (Fig. 4. d.), welche sich mit der Kapsel gemeinschaftlich an den Humerus inserirten. Der vordere, obere, dem Knochen zunächst gelegene Theil des M. triceps (Fig. 4. g.) und der obere Rand des kurzen Kopfes des M. biceps (Fig. 4. h.) setzte sich mit dem unteren, vorderen Rande der Kapsel an den Knochen fest. Die Sehne des langen Kopfes des M. biceps (Fig. 4. d.) verlief in einer auf ihrer Innenfläche glatten Duplicatur der Kapsel an der hinteren Fläche derselben (Fig. 4. c.) und zwischen zwei Tuberkeln an dem von der Kapsel eingeschlossenen kolbigen Ende des Humerus (Fig. 4. e.). Sie war vollkommen frei beweglich. Die Innenfläche der Kapsel war glatt, auf ihren Seitenwänden mit einer Schicht Pflasterepithelium bekleidet. Auf der Innenfläche der für den M. biceps bestimmten Duplicatur der Kapsel konnte ich kein Epithelium finden. In der Kapsel war etwas dünne, fadenziehende, röthlich-gelbe Flüssigkeit enthalten, welche unter dem Microscop Epithelialzellen, Fetttröpfchen und dunklere, granulirte Körper (geschrumpfte Blutkörperchen?) enthielt. Der Knorpelüberzug der Cavitas glenoidea war vollständig erhalten. An der Scapula war auch sonst keine Veränderung bemerkbar. Der Humerus war von normalem, an dem oberen Ende verdickten Periost überzogen, welches an der Insertion der Kapsel mit dieser zusammen zu hängen schien, sich aber in die Kapsel auf das von derselben eingeschlossene Stück des Humerus fortsetzte. Die obere Fläche des

Knochens war von einer dünnen Schicht Bindegewebes, welches an den Rändern mit dem Periost zusammenhing, bekleidet. Dasselbe war trüber, nicht so glatt, als die innere Fläche der Seitenwände der Kapsel, von Epithelium nicht bekleidet. Unter dem Periost hatte sich eine von den alten Knochen kaum zu unterscheidende Schicht neuer Knochenmasse (Fig. 6. a. Fig. 7. aa.) abgelagert, welche dünn beginnend von unten nach oben dicker wurde. Dieselbe schloss mit einer dünnen Lamelle das obere Ende der Markhöhle vollkommen ab. Die stehengebliebenen Knochenwände gingen, wie auf dem Durchschnitt zu sehen war, allmälig in diese Masse über; sie waren so wenig, wie eine Knochenauflagerung in der Markhöhle noch zu unterscheiden. Eine dünne Schicht compacter Substanz umzog die zu vollkommener Diploë ausgebildete, innere Schicht der neuen Knochenmasse. Die ganze Markhöhle war mit vollkommen normalem Marke ausgefüllt.

Die Eingeweide des Thieres waren gesund.

2. Resection in der Continuität.

Experiment X.

Taf. IV. Fig. 1.

Einer ausgewachsenen Taube wurde mit möglichster Schonung des Periosts ein vier Linien langes Stück aus der Continuität des Radius resecirt. Die Wunde wurde nicht vereinigt. Die Flügel ruhten fest zusammengebunden an dem Rumpfe. Das Thier blieb munter, lief umher und frass. Am zweiten Tage nach der Operation war die Wunde durch ein festes, trockenes, schwarzbraunes Blutgerinsel geschlossen. Eine geringe Anschwellung bestand in der Umgegend der Wunde. Am 9. Tage nach der Operation wurde das Thier getödtet.

Section. Die Wunde war mit dem festgetrockneten Blutcoagulum bedeckt, welches sich von derselben ziemlich leicht abziehen liess. Darunter war die Wunde bis auf einen kleinen Spalt verheilt, durch welchen das Blutgerinsel sich in die Tiefe erstreckte. Um die resecirte Stelle befand sich eine länglich-ovale, ziemlich fest anzufühlende Anschwellung. Die resecirten Knochenenden liessen sich noch ein wenig hin und her schieben. Die Haut im

Bereich der Wunde war mit den darunter liegenden Muskeln und diese um die Resectionsstelle unter einander und mit der unter ihnen befindlichen Anschwellung fest verwachsen. Nachdem sie lospräparirt waren, zeigten sich die resecirten Knochenenden von einer weiss-gelblichen, biegsamen Masse umschlossen und durch dieselbe mit einander verbunden.

Auf dem Längsdurchschnitt des Knochens war Folgendes zu bemerken. Etwa drei Linien oberhalb der Schnittfläche des oberen Knochenendes begann zu beiden Seiten in der Markhöhle ein sehr feiner Streifen weisser Knochensubstanz (cc.), welcher nach dem Schnittende zu allmälig etwas breiter wurde, die freien Knochenränder überzog und vorn abgerundet mit einem gleichen Streifen weisser Knochenmasse zusammenhing, welcher etwas näher dem Schnittende entspringend, an der äusseren Seite des Knochens verlief (bb.). An dem unteren Knochenende war das Verhältniss fast dasselbe, nur fehlte die neue Knochenmasse an der einen äusseren Seite, während die in der Markhöhle abgelagerte Knochensubstanz (c.) dieselbe vollständig verschloss. Fast in derselben Höhe mit den äusseren Knochenauflagerungen entsprangen an jeder Seite der beiden Knochenenden vier bläulich-weisse Wülste (ee.), welche nach den Schnittflächen hin breiter werdend, dieselben um ein Beträchtliches überragten, und mit ihren vorn abgerundeten, freien Rändern je zwei an den entsprechenden Seiten sich fast berührten. Von diesen Wülsten eingeschlossen lag ein gelb-bräunliches, verschrumpftes Blutgerinsel (f.), entsprechend der Breite der Markhöhle und mit dieser, wie mit den dasselbe umgebenden Theilen, locker zusammenhängend. Durch eine schmale Spalte, welche an der der Wunde entsprechenden Seite durch die ganze Anschwellung um die Knochenenden drang, war dies Blutgerinsel mit dem, welches die Wunde bedeckte, in Verbindung. Wiederum mit den anderen Auflagerungen in gleicher Höhe entstand eine Kapsel gelblich-röthlicher, ziemlich weicher Substanz (dd.), welche die äussere Schicht der Anschwellung bildete, und in den Zwischenraum zwischen den freien Enden jener bläulich weissen Wülste bis zu dem centralen Blutgerinsel eindrang. Das Periost war an beiden Knochenenden ziemlich weit nach den Gelenken hin fein injicirt, und ging auf die Anschwellung um die Knochenenden über.

Bei microscopischer Untersuchung verhielt sich die weisse Knochenanlagerung wie vollkommen ausgebildeter, normaler Knochen; die Substanz jener bläulich-weissen Wülste wie junges Knorpelgewebe. In der hyalinen Grundsubstanz lagen die Knorpelkerne, zum Theil von einer Zellenwand umgeben, sehr dicht an einander. Die gelblich-röthliche Substanz, welche beide einschloss, bestand an ihrer Oberfläche aus jungem Bindegewebe mit parallel verlaufenden Fasern und Kernfasern; in den tieferen, dem Centrum näheren Schichten waren langgestreckte Kerne und spindelförmige Zellen in paralleler Anordnung nach der Längsaxe des Knochens vorwiegend. Zwischen dieselben waren Knorpelzellen noch eingestreut, und hie und da in kleinen, rundlichen Agglomeraten, umgeben von dem jungen Bindegewebe, zahlreich an einander gelagert.

Experiment XI.

Taf. IV. Fig. 2.

Einer ausgewachsenen Taube wurde mit möglichster Schonung des Periosts ein vier Linien langes Stück aus der Continuität des Radius resecirt. Die Wunde wurde nicht vereinigt. Die Flügel wurden fest zusammengebunden und lagen gegen den Rumpf an. Das Thier blieb munter, lief umher und frass. Am dritten Tage war die Wunde durch ein schwarzes, trockenes, fest anhaftendes Blutgerinsel geschlossen. In der Umgegend der Wunde fühlte ich eine starke, kolbige, feste Anschwellung. Am 13. Tage nach der Operation wurde das Thier getödtet.

Section. Das eingetrocknete Blutgerinsel hing mit der Wunde mässig fest zusammen. Als es entfernt wurde, kam ein durch die Wunde in das Innere der Anschwellung sich fortsetzender, gelblicher, weicherer Theil desselben mit zum Vorschein, und eine geringe Menge dünner, gelblicher Flüssigkeit floss ab. Die Wunde war an ihren Enden verheilt. Die spindelförmige Anschwellung um den Knochen war fast einen Zoll lang. Die resecirten Knochenenden liessen sich ein wenig hin und her verschieben. Die Haut in der nächsten Umgebung der Wunde war mit den darunter liegenden Muskeln, diese unter einander und mit der die Anschwellung bildenden Masse innig verwachsen. Nachdem sie ab-

präparirt waren, kam die gelbliche, biegsame Masse, welche die Knochenenden einkapselte, zum Vorschein. An der der Hauptwunde entsprechenden Stelle war dieselbe offen, und sah man, wenn man die Spaltränder etwas auseinander drängte, in der Tiefe das freie Ende des unteren Knochenstücks (b.).

Auf dem Längsdurchschnitt fand sich Folgendes. An der Aussenseite des oberen Knochenendes war auf der der Wunde zugewandten Fläche, welche ich die obere nennen will, etwa drei Linien weit vom Schnittrande, und an der der Wunde abgewendeten Fläche, welche ich die untere nennen will, ein dünn beginnender, allmälig nach dem Schnittende zu dicker werdender Knochenwulst (ee.) abgelagert. Derselbe erreichte an der oberen Seite nicht ganz den Schnittrand des Knochens, während er an der unteren Seite etwas über denselben hinausging. In gleicher Höhe mit der äusseren Ablagerung an der unteren Seite des Knochens begannen auf der Innenfläche desselben zwei dünne Knochenwülste (g.), welche an dem freien Ende des Knochens die Markhöhle vollständig verschlossen. Zwischen denselben lag in der Markhöhle des Knochens dunkel geronnenes Blut. An dem unteren Knochenende, etwa vier Linien weit von dem Schnittende, begannen ziemlich in gleicher Höhe auf beiden Seiten zwei anfangs dünne, allmälig dicker werdende Knochenwülste (ee.). Der an der oberen Seite gelegene Wulst hing dem Knochen fest an, endigte zugerundet schon zwei Linien weit von der Schnittfläche. Der an der unteren Seite gelegene Wulst haftete dem Knochen bis zu gleicher Höhe, wie der ebenbeschriebene, fest an; dann hob er sich ab, und verlief, nach aussen gekrümmt, in einer gelblichen, weichen Masse eingebettet, bis etwas über das Niveau des Schnittendes des Knochens. Die Markhöhle war von dem Beginn der aussen aufgelagerten Knochenwülste bis etwa zwei Linien unter dem freien Ende des Knochens durch weisse Knochenmasse vollständig geschlossen (g.). Auf den aussen abgelagerten Knochenwülsten am oberen Knochenende, und auf der an der unteren Seite des unteren Knochenendes liegenden Knochenmasse fanden sich drei in gleicher Höhe entspringende, nach den Schnittenden des Knochens zu sich verdickende, bläulich-weisse Wülste (ddd.), welche ziemlich in gleicher Höhe mit den Knochenwülsten abgerundet endeten. Das untere Resectionsende des Ra-

dius war in der Ausdehnung von etwa zwei Linien seines Periosts beraubt, glatt, weiss, und ragte in die sogleich zu beschreibende Masse hinein (b.). Seine Markhöhle war mit trockenem Blutgerinsel gefüllt, von welchem ein kleiner Rest in einer der Markhöhle entsprechenden Breite sich nach dem oberen Resectionsende hin erstreckte (f.). Eine gelblich-röthliche, weiche Masse (cc.) entsprang mit den Auflagerungen an der Aussenfläche des Knochens in gleicher Höhe, und bildete den ganzen übrigen Theil der Anschwellung, die schon beschriebenen Theile einkapselnd, und sich zwischen den Knochenwulst an der äusseren, unteren Seite des unteren Resectionsendes und das nekrotische Stück desselben einschiebend. Das Periost war an beiden Knochenenden bis nahe den Epiphysen fein injicirt, ging auf die Anschwellung über, liess sich aber nicht weit auf derselben verfolgen.

Die Knochenwülste zeigten bei microscopischer Untersuchung die Structur normalen Knochens mit sehr dunkler, feinkörniger Grundsubstanz und wenig Markräumen. Die bläulich - weissen Wülste verhielten sich wie junger Knorpel. Die Kerne desselben, meist mit Kernkörperchen versehen, zum Theil von einer eng anschliessenden, sehr zarten Zellenmembran umgeben, lagen sehr dicht in der quantitativ weit hinter sie zurücktretenden, hyalinen Grundsubstanz. Die gelblich-röthliche Substanz bestand an ihrer Oberfläche aus parallel verlaufenden, feinen Fasern, in welche langgestreckte Kerne eingestreut waren. In tieferen Schichten traten die Fasern zurück, spindelförmige Körper, rundliche Zellen und langgestreckte, schwärzere Kerne wogen vor. Einzelne Knorpelzellen waren in dieselben, zum Theil in kleinen Häufchen an einander gelagert, eingestreut.

Experiment XII.

Taf. IV. Fig. 3.

Einer ausgewachsenen Taube wurde mit möglichster Schonung des Periosts ein vier Linien langes Stück aus der Continuität des Radius resecirt. Die Wunde wurde nicht vereinigt, die Flügel fest zusammengebunden. Das Thier blieb munter. Am dritten Tage nach der Operation war die Wunde durch fest anhaftendes schwärzliches Blutcoagulum geschlossen. Einige Tage später war

eine spindelförmige, feste Anschwellung um die Resectionsstelle zu fühlen. Am zwölften Tage war das Band, welches die Flügel zusammenhielt, abgestreift. Das Thier bewegte die Flügel ohne zu fliegen. Die Anschwellung bestand fort. Die Flügel wurden wieder gebunden. Am 21. Tage hatte die Anschwellung bedeutend abgenommen, die Knochenenden waren noch beweglich, das Thier konnte fliegen. Die Flügel wurden abermals gebunden. Am 34. Tage nach der Operation wurde die Taube getödtet.

Section. Die Hautwunde war fein benarbt, keine Geschwulst am Flügel. Man fühlte durch die Haut die resecirten Enden des Radius verdickt, ein wenig höckerig und zwischen ihnen eine Lücke. Jedes Ende des Knochens konnte ziemlich frei bewegt werden. Nach der Loslösung der Muskeln, welche in der Umgegend der Resectionsstelle unter einander verwachsen waren, und nach der Lostrennung derselben von den knollig aufgetriebenen Knochenenden, fand man diese bis an die Schnittfläche von dem gegen die Enden hin etwas verdickten Periost bekleidet, welches in eine ligamentöse Masse zwischen den beiden Knochenenden überging. Unter dem Periost fanden sich, an dem oberen Knochenende nur in der nächsten Umgebung der Resectionsfläche, an dem unteren Ende auch längs des ganzen Knochens, vielfache, unregelmässige, kleine Auflagerungen neuer Knochensubstanz, welche auf ihrer Oberfläche rauh, sehr porös und blutreich waren (a.). Sie hingen mit dem Knochen innig zusammen, dessen Oberfläche unter ihnen ebenfalls leicht, rauh und reich an Blutpunkten war. Auf dem Längsdurchschnitt des Knochens zeigte sich die Markhöhle an beiden Enden etwa auf 1/3 ihrer Länge durch neue Knochensubstanz geschlossen (b.). Dieselbe war porös, stark röthlich gefärbt, und dadurch von der alten Knochenwand und der äusseren Auflagerung noch zu unterscheiden. Die äussere Auflagerung, nahe der Schnittfläche am stärksten und allmälig abnehmend, erstreckte sich etwa eben so weit, als die Knochenmasse in der Markhöhle. Sie zog sich über den Knochenrand und die innere Auflagerung hinüber, und half so den Verschluss der Markhöhle bilden. An ihre Oberfläche setzte sich die fibröse Masse an. An den Stellen, wo, den Gelenken des Knochens näher, äussere Knochenauflagerungen vorhanden waren, war die Markhöhle nicht verengert.

In dem ligamentösen Gewebe (c.) zwischen den Knochenenden fanden sich kleine, weissliche Körperchen von etwa Stecknadelknopf-Grösse. Die Hauptmasse der Zwischensubstanz bestand aus Bindegewebsfasern mit sehr blassen Contouren und geschlängeltem, parallelen Verlaufe, zwischen welche spindelförmige Zellen und Kernfasern eingestreut waren. Entsprechend den kleinen, weissen Körpern war die Masse auf dem Durchschnitt, bei welchem kleine Stückchen von den weissen Körpern absprangen, trübe. Eine feinkörnige Ablagerung in unregelmässiger, meist rundlicher Ausdehnung fand sich zwischen den sehr undeutlich gewordenen Fasern, und kleine, längliche Knochenkörperchen mit radienförmigen Ausläufern lagen darin. Auf Zusatz von verdünnter Salzsäure wurden die Fasern ausserhalb der dunklen Stelle sehr blass, und verschwanden allmälig. Im Bereich der dunklen Stelle fand eine starke Entwicklung von Luftblasen statt. Die dunklen Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern verschwanden, die ganze Masse wurde homogen, durchsichtig klar; runde und längsgestreckte Kerne in längsförmiger Anordnung lagen darin, und waren in dem Bereich der früher dunklen Stelle, welche etwas trüber blieb, schwärzer, als in der übrigen Masse.

Experiment XIII.

Taf. IV. Fig. 4.

Einem nicht völlig ausgewachsenen Kaninchen wurde ein sieben Linien langes Stück aus der Continuität des Radius mit möglichster Schonung des Periosts resecirt. Die Wunde wurde durch Suturen vereinigt. Das Thier lief nach der Operation mit angezogenem Beine, ohne sich auf dasselbe zu stützen. Am zweiten Tage fand sich eine bedeutende, fluctuirende Geschwulst längs des ganzen Vorderarmes, am stärksten in der Umgegend der Wunde, welche fest geschlossen war. Bis zum vierten Tage hatte die Geschwulst noch zugenommen, das Thier sass still, frass nicht. Die Suturen wurden entfernt, und die Wunde wieder geöffnet, worauf eine Menge bräunlich, seröser Flüssigkeit ausfloss, und durch Streichen sich ausdrücken liess. Die Geschwulst war darauf fast vollständig verschwunden. Am 9. Tage war das Thier wieder munter und frass. Die offene Wunde war in guter Eiterung. Am Ende

der dritten Woche war die Wunde fest verheilt, keine Anschwellung in der Umgegend derselben. Zwischen den resecirten Knochenenden fühlte man noch eine kleine Lücke. Das Thier gebrauchte das Bein so gut, wie das andere. Am 84. Tage nach der Operation wurde es getödtet.

Section. Unter der Hautnarbe fühlte man, zwischen den etwas höckerigen, nicht beweglichen Enden des Radius eine kleine Impression. Die Hautnarbe war mit der darunter liegenden Fascie, diese mit den Muskeln in der Umgegend der Resectionsstelle fest verwachsen. Die Muskeln liessen sich leicht von einander trennen, hafteten den höckerigen Resectionsenden des Radius fest an, und senkten sich in die Vertiefung zwischen denselben ein. Die Enden des Radius waren durch neue, weisse, feste, unregelmässig zackige Knochenmasse (cc.) zugespitzt, welche an dem unteren Ende etwa vier Linien, an dem oberen Ende etwa zwei Linien lang den Substanzverlust fast vollständig ersetzte. Die Markhöhle war an beiden Schnittenden vollständig geschlossen. Die etwa eine Linie lange, unregelmässige Lücke (d.) zwischen den Enden des Radius erstreckte sich bis auf die Ulna, mit welcher die Resectionsenden des Radius durch einen schmalen Streifen neuer, weisser Knochenmasse fest verlöthet waren. Ausserdem hatte Ablagerung von neuer Knochenmasse an der Ulna nicht stattgefunden. Das Periost bekleidete den Knochen vollständig; gegen die Resectionsenden hin war es etwas verdickt, und von denselben mit den ihm anhaftenden Muskeln losgelöst worden.

Die Eingeweide waren gesund.

Experiment XIV.

Taf. IV. Fig. 5 und 6.

Einem mittelgrossen Kaninchen resecirte ich ein neun Linien langes Stück aus der Continuität des Radius ohne Schonung des Periosts, und vereinigte die Wunde durch Knopfnäthe. Das Thier blieb munter, trug im Anfange die operirte Extremität an den Leib angezogen, stützte sich aber schon nach einigen Tagen wieder ein wenig auf dieselbe. Um diese Zeit hatte sich eine mässige, teigige, bei Druck sehr schmerzhafte Geschwulst an dem ganzen Vorderarm, namentlich um die Resectionsstelle und um das Ell-

bogengelenk gebildet. Die Wunde war fest geschlossen. Ich öffnete dieselbe nicht, und fand einige Tage später nur eine geringe Zunahme der Geschwulst, welche fester geworden war, als früher. Die Knopfnäthe hatten durchgeschnitten; die Wunde war zum grössten Theil geschlossen. Aus den geöffneten Stellen derselben entleerte sich bei Druck dicker Eiter. Als ich das Thier am Ende der fünften Woche wieder untersuchte, war die Wunde fest vernarbt; an dem Vorderarm bestand keine Anschwellung mehr, dagegen fand sich um das rechtwinkelig flectirte Ellbogengelenk eine kugelrunde, sehr harte, bei Druck nicht schmerzhafte Geschwulst von der Grösse einer kleinen Wallnuss. Das Gelenk war nur in sehr geringem Grade beweglich. Versuchte ich dasselbe stark zu extendiren, so fühlte ich einen festen Widerstand, welcher offenbar von Callusmassen im Gelenke abhängig war. Gleichzeitig hatte sich eine rechtwinkelige Contractur des Handgelenkes entwickelt, so dass das Thier bei dem Laufen nur mit der äussersten Spitze des Beines den Boden berührte. Auch dies geschah nur bei ruhiger Bewegung; jagte ich das Thier, so zog es die operirte Extremität hoch auf, und bediente sich nur seiner drei gesunden Beine. Der Vorderarm selbst war ziemlich stark gekrümmt, nach oben convex. Zwischen den Resectionsenden des Radius fühlte man eine etwa fingerbreite Lücke. Bis gegen das Ende der achten Woche blieb der Zustand fast derselbe. Die Contractur im Handgelenke hatte noch so weit zugenommen, dass das Thier, wenn es sich auf das Bein stützte, mit dem Handrücken auftrat. Am 56. Tage nach der Operation wurde das Kaninchen getödtet.

Section. Die Hautnarbe hing mit den unterliegenden Weichtheilen fest zusammen. Die Muskeln waren in der Umgegend der Resectionsstelle unter einander verwachsen, senkten sich in die acht Linien lange Lücke zwischen den resecirten Enden des Radius ein, und liessen sich von demselben mit dem etwas verdickten Periost loslösen. Die Ulna (a.) war in einem nach oben convexen Bogen stark gekrümmt. An dieselbe waren die mit wenig neuer, weisser Knochenmasse abgerundeten Enden des Radius (cc.) durch eine gleichartige Ablagerung fest angelöthet (Fig. 6. ddd.). Diese überzog in dünner Schicht auch die äussere Seite der Ulna, in der Ausdehnung der Knochenlücke (Fig. 5. d.). Die Markhöhle

des Radius war an beiden Enden, an dem unteren in grösserer Ausdehnung, als an dem oberen, geschlossen (Fig. 6. bb. cc.), die Markhöhle der Ulna war nicht verändert (Fig. 6. aa.).

Die Kapsel des Ellbogengelenkes war ausserordentlich verdickt, hart, und mit den über sie verlaufenden Muskeln fest verwachsen. Sie hatte die Grösse und Gestalt einer kleinen Wallnuss. In der Kapsel befand sich trockener, dicker Eiter, und die durch Knochenneubildung sehr stark aufgetriebenen Gelenkenden des Humerus (Fig. 5. f.), der Ulna (Fig. 5 und 6. e.) und des Radius (Fig. 5. g.). Dieselben waren ihres Knorpelüberzuges gänzlich beraubt. Der Processus condyloideus humeri war mit der Cavitas sigmoidea ulnae durch kurzes, straffes, fibröses Gewebe fest verwachsen, welches auch die übrige Gelenkfläche der Knochen überzog. Auf dem Durchschnitt war die Knochenneubildung nur an einem Theil des Radius noch als Auflagerung zu erkennen. An dem Gelenkfortsatze der Ulna sah man nichts von dem früheren Knochen, sondern eine gleichmässige, ziemlich feste, poröse Knochenmasse (Fig. 6. e.).

Experiment XV.

Taf. IV. Fig. 7.

Einem ausgewachsenen Kaninchen resecirte ich ein fünf Linien langes Stück aus der Diaphyse des Humerus. Die Länge des Humerus betrug vor der Operation 2 Zoll 9 Linien. Unmittelbar nach derselben war, bei Dislocation des unteren Fragments nach oben und vorn, eine Verkürzung von einem Zoll eingetreten. Die Dislocation wurde gehoben, und ein Verband von Gutta Percha mit Kleisterbinden angelegt. Das Thier litt den Verband aber nicht, zernagte ihn, so oft er auch erneuert wurde, und streifte ihn bald ab. Die Dislocation der Knochenenden stellte sich dann wieder her. Eine nicht bedeutende Anschwellung um den Oberarm verlor sich, nachdem die, durch Suturen vereinigte Wunde wieder geöffnet worden war. Die Heilung kam durch Eiterung zu Stande. Das Thier blieb munter, trug das operirte Bein hängend, oder schleppte den unteren Theil desselben nach. Kurz bevor das Thier am 51. Tage nach der Operation getödtet wurde, war die Gebrauchsfähigkeit des Beines noch nicht verbessert. Die beiden

durch die Säge getrennten Stücke des Humerus standen in stumpfem, nach vorn offenem Winkel an einander, waren fest mit einander verbunden, an einander ohne Crepitation beweglich. Feste Callusmassen fühlte man durch die Weichtheile durch. Eine kirschengrosse, festweiche, runde Geschwulst ragte nach hinten von der Vereinigungsstelle beider Fragmente hervor, war ziemlich beweglich, und schien mit dem oberen Knochenende zusammenzuhängen.

Section. Die Hautnarbe war sehr fein und fest. Die Muskeln waren normal, nur der M. triceps verdünnt, von der Geschwulst hervorgetrieben, mit seinen ausgebreiteten Fasern dieselbe bedeckend, und schwer davon zu lösen. An beiden Knochenenden fand sich Knochenneubildung von unregelmässiger, höckeriger Form. Dieselbe war durch eine ligamentöse Masse, zwischen beiden Enden, verbunden. Die erwähnte Geschwulst hing unmittelbar mit dem oberen Knochenende zusammen. Ihre feste, etwa eine Linie dicke, fibröse Kapsel ging aussen in das verdickte Periost, an dem oberen Ende des Humerus, über. Das Periost an dem unteren Knochenende war nicht verdickt. Bei dem Einschnitt in die Geschwulst kam eine Menge dicken, gelblichen, käsigen Eiters zum Vorschein, welche sich, in geringer Menge, schon bei dem Lospräpariren der Muskeln aus einer feinen Oeffnung im Knochen, dicht unterhalb des Gelenkkopfes desselben, entleert hatte. Auf dem Längsdurchschnitte der Geschwulst und der beiden Knochenenden zeigte sich Folgendes.

Die einander zugewendeten Enden beider Fragmente waren durch neue Knochenmasse unregelmässig höckerig aufgetrieben (dddd.), das Ende des oberen Fragments viel mehr als das des unteren. Die Markhöhlen beider waren an den einander zugewendeten Enden geschlossen (ee.). Die neue Knochenmasse ging in einen schmalen Streifen über, welcher, meist scharf zu unterscheiden, zu beiden Seiten der Fragmente, nach ihren Gelenkköpfen hin, sich fortsetzte, und das obere Fragment bis zu dem Gelenk, das untere nur bis etwa zur Mitte begleitete. In dieser Knochenmasse war die Bildung diploetischer Substanz theilweise weit vorgeschritten, und der stehengebliebene Knochen zum Theil resorbirt. Die Markhöhlen in beiden Fragmenten waren mit dem dicken, käsigen Eiter gefüllt, welcher in der Geschwulst sich fand, und unter dem

Microscop normale Eiterkörperchen zeigte. An dem unteren Ende des oberen Knochenstücks fand sich eine hanfkorngrosse Höhle, welche mit der Markhöhle durch eine feine Oeffnung communicirte. Die Kapsel derselben zeigte unter dem Microscop einander vielfach durchkreuzende, glatte Fasern. An diese Höhle schloss sich die von ihr getrennte, durch eine gleichartige, nur stärkere Membran geschlossene, grössere Geschwulst (f.). Die einander zugewendeten, mit neuer Knochenmasse bedeckten Enden des Humerus waren theilweise durch eine kurze, feste, ligamentöse Masse (g.) mit einander verbunden, welche nach aussen mit dem Periost untrennbar zusammenhing.

Die Lungen, das Herz, und die Leber des Kaninchens waren vollkommen gesund.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1, 2 und 3.

Der Humerus von einem Kaninchen, 18 Tage nach der Resection eines 7 Linien langen Stückes des oberen Endes.

Fig. 1. Der Humerus, von der Seite gesehen:
a. neue Knochenmasse;
b. nekrotischer freier Rand der Schnittfläche des Knochens.

Fig. 2. Der Humerus, auf dem Längsdurchschnitt gesehen:
aa. die neue Knochenmasse auf dem Durchschnitt;
bb. der nekrotische Ring;
c. in der Markhöhle aufgelagerter Ring neuer Knochenmasse, welche die Markhöhle noch nicht vollständig schliesst.

Fig. 3. Der Gelenkfortsatz der Scapula:
a. durchbrochene, ihres Knorpels beraubte Gelenkfläche;
bbb. neue Knochenmasse.

Fig. 4 und 5.

Humerus von einem Kaninchen, 54 Tage nach der Resection eines 9 Linien langen Stückes des oberen Endes.

Fig. 4. Der resecirte Humerus, von der Seite gesehen:
a. neugebildete, gelbliche Masse, aus Bindegewebe bestehend;
bb. neue Knochenmasse, auf dem alten Knochen aufgelagert, und in Form einzelner Körner in die gelbe Bindegewebsmasse eingestreut;
c. nekrotischer Knochenring der Resectionsfläche des Knochens.

Fig. 5. Der resecirte Humerus, in seinem oberen Theile der Länge nach durchschnitten:
aa. die gelbe Bindegewebsmasse auf dem Durchschnitt;
b. Höhle in derselben, welche mit eingedicktem Eiter gefüllt war;

cc. auf der äusseren Seite des Knochens aufgelagerte Knochenmasse;
d. in die gelbe Bindegewebsmasse eingelagerte Knochenkerne;
e. neue Knochenmasse innerhalb der Markhöhle, welche den oberen Theil derselben vollständig verschliesst;
f. der nekrotische Ring des alten Knoehens.

Fig. 6, 7 und 8.

Präparate von einem Kaninchen, 28 Tage naeh der Reseetion des Oberarmkopfes.

Fig. 6. Reseeirter Kopf des Humerus.

Fig. 7. Der Humerus, von der Seite gesehen:
a. sehr spärliche, dünne Schicht neuer Knochenmasse.

Fig. 8. Die neue Gelenkkapsel, aufgesehnitten, an dem, der Länge naeh durchnittenen Humerus, und der, von vorn gesehenen Cavitas glenoidea scapulae sieh ansetzend:
a. die Gelenkfläche der Scapula;
bb. durchschnittener Humerus;
cc. neue Knochenmasse, auf der Aussenseite des Humerus;
dd. lineärer Versehluss des oberen Endes der durchsehnittenen Markhöhle dureh neue Knochenmasse;
ee. neue Gelenkkapsel.

Fig. 9, 10, 11 und 12.

Präparat von einem Kaninchen, am 84. Tage nach der Resection eines sechs Linien langen Stückes vom oberen Ende des Humerus.

Fig. 9. Seapula und Humerus, durch die frei präparirte, neue fibröse Masse verbunden:
a. durch neue Knochenmasse aufgetriebenes Gelenkende der Seapula;
b. durch neue Knoehenmasse kolbig aufgetriebenes Ende des Humerus;
c. neue fibröse Masse.

Fig. 10. Der Humerus, von der Seite gesehen:
a. durch neue Knochenmasse kolbig aufgetriebenes Ende des resecirten Humerus.

Fig. 11. Der Humerus, auf dem Längsdurchsehnitt gesehen:
aa. neugebildete Knochenmasse, in welcher die Bildung diploetischer Substanz schon angedeutet ist. Die Markhöhle nicht geschlossen;
b. eariöser (?) Rest des alten Knochens, innerhalb der neuen Knochenmasse.

Fig. 12. Losgestossener, nekrotischer Knochenring von dem

oberen Ende des Humerus, welcher frei beweglich, von dem oberen Theil der neugebildeten Knochenmasse innerhalb des fibrösen Gewebes eingeschlossen lag.

Taf. II.

Fig. 1 und 2.

Präparat von einem Kaninchen, am 52. Tage nach der Resection eines sechs Linien langen Stückes vom oberen Ende des Humerus.

Fig. 1. Längsdurchschnitt des Humerus, des nach der Resection neugebildeten Gelenkes und des vorderen Theils der Scapula, von vorn gesehen:

aaa. neugebildete Knochenmasse, um das Gelenkende der Scapula abgelagert;
bbb. neugebildete, auf der äusseren Seite des Humerus aufgelagerte Knochenmasse;
c. nekrotischer Ring des oberen Endes des Knochens;
d. in der Markhöhle gebildete, dieselbe vollständig verschliessende, neue Knochenmasse;
ee. neugebildete Gelenkkapsel;
f. sogenannter Meniscus in der Gelenkkapsel.

Fig. 2. Dasselbe Präparat von der Rückseite gesehen:

aa. neue, stalactitenförmige Knochenauflagerung auf dem Gelenkende der Scapula;
bb. ebensolche Knochenauflagerung längs des ganzen Humerus;
cc. neue Gelenkkapsel.

Fig. 3 und 4.

Präparat von einem Kaninchen, am 56. Tage nach der Resection eines fünf Linien langen Stückes des oberen Endes des Humerus.

Fig. 3. Scapula mit dem resecirten, der Länge nach durchschnittenen Humerus in Verbindung:

a. durch neue Knochenmasse aufgetriebenes Gelenkende der Scapula;
b. nekrotischer Theil des Humerus, welcher aus der Wunde hervorgeragt hat;
cc. Reste des alten Knochens, welche in
dd. der neugebildeten Knochenmasse sich unmerklich verlieren;
e. neugebildeter, knöcherner Fortsatz, welcher von der Rückseite des Humerus ausgehend, sich an die Gelenkfläche der Scapula anlehnt;
ff. fibröses Gewebe, welches den knöchernen Fortsatz als solide Masse umgiebt, sich an die Gelenkfläche der Scapula ansetzt, und die Beweglichkeit der Verbindung herstellt.

Fig. 4. Der Humerus, von der Rückseite gesehen:
a. nekrotisches Ende des Humerus;
b. knöcherner Fortsatz zur Gelenkfläche der Scapula.

Fig. 5, 6, 7 und 8.

Präparat von einer Taube, am 46. Tage nach der Resection eines neun Linien breiten, fünf Linien hohen Stückes des oberen Endes des Humerus.

Fig. 5. Resecirtes, oberes Ende des Humerus, mit den Oeffnungen der Luftsäcke.

Fig. 6.
aa. Aufgeschnittene, vorn von Muskeln entblösste, neugebildete Gelenkkapsel;
b. oberes, kolbig abgerundetes Ende des Humerus, an welches sich die neue Gelenkkapsel ansetzt;
c. M. triceps;
d. M. brachialis, welche beide mit ihren oberen, abgeschnittenen Rändern sich an die neue Gelenkkapsel ansetzen;
e. abgeschnittene Enden der von der Scapula und dem Os coracoideum kommenden Muskeln, welche sich an die neue Gelenkkapsel ansetzen;
f. fibröses Gewebe, welches als ein Theil der neuen Gelenkkapsel die ihres Knorpelüberzuges beraubte Gelenkfläche, und die Umgegend derselben überzieht.

Fig. 7. Durch neue Knochenmasse kolbig zugerundeter, resecirter Humerus, von der Seite gesehen:
a. die neugebildete Knochenmasse.

Fig. 8. Derselbe Humerus, auf dem Längsdurchschnitt gesehen:
aa. auf der äusseren Fläche des Knochens aufgelagerte, neue Knochenmasse, welche die Resectionsfläche überwuchernd, die Markhöhle nicht vollständig schliesst;
bb. in der Markhöhle abgelagerte, neue Knochenmasse, welche ebenfalls dieselbe nicht vollständig schliesst;
cc. der unveränderte, alte Knochen.

Taf. III.

Fig. 1, 2 und 3.

Präparat von einem Kaninchen, am 109. Tage nach der Resection eines 11 Linien langen Stückes vom oberen Ende des Humerus.

Fig. 1. Schulterblatt, neue Gelenkkapsel, und Humerus, mit einander in Verbindung:
aa. durchschnittene, durch neue Knochenmasse aufgetriebene Sca-

pula. Das kugelige, aufgetriebene Gelenkende umgab als eine Knochenkapsel eingedickten Eiter;
bb. neue, aufgeschnittene und ausgebreitete Gelenkkapsel;
c. kolbiges oberes Ende des Humerus;
dd′d″. eingekapselte Abscesse in der Umgegend des neuen Gelenkes.

Fig. 2. Der Humerus, auf dem Längsdurchschnitt gesehen:
aaa. Reste des alten Knochens;
bbb. neugebildete, aussen und innen aufgelagerte Knochenmasse, welche die Markhöhle des Knochens durch eine feine Lamelle vollständig schliesst. Die Bildung der diploetischen Substanz ist in ihr vorgeschritten.

Fig. 3. Resecirtes Stück des Humerus.

Fig. 4, 5, 6 und 7.

Präparat von einem Kaninchen, am 91. Tage nach der Resection eines neun Linien langen Stückes vom oberen Ende des Humerus.

Fig. 4. Neugebildetes Schultergelenk mit den Muskeln:
a. Scapula;
b. neugebildete Gelenkkapsel, über welche Reste des M. deltoideus verlaufen;
c. aufgeschnittene Duplicatur der Kapsel, in welcher
d. die Sehne des M. biceps verläuft;
e. neues Tuberculum am Humerus;
f. Humerus;
g. M. triceps, zum Theil mit normaler Insertion, zum Theil mit der neuen Kapsel sich an den Humerus festsetzend;
h. kurzer Kopf des M. biceps, mit seinem oberen, abgeschnittenen Ende sich mit der neuen Kapsel an den Humerus inserirend.

Fig. 5. Resecirtes Stück des Humerus.

Fig. 6. Der Humerus, von der Seite gesehen:
aa. neue Knochenmasse auf demselben.

Fig. 7. Längsdurchschnitt des Humerus:
aa. neue Knochenmasse. Die Enden des alten Knochens sind verschwunden, die diploetische Substanz ist vollständig ausgebildet.

Taf. IV.

Fig. 1.

Längsdurchschnitt des Radius einer Taube, am 9. Tage nach der Resection eines vier Linien langen Stückes aus der Continuität:

aaaa. der stehengebliebene Knochen;
bbb. neue, aussen aufgelagerte Knochenmasse;
cc. neue Knorpelwülste;
dd. gelbe, weichere Masse, aus jungem Bindegewebe bestehend;
eee. in der Markhöhle neugebildete Knochenmasse;
f. eingetrocknetes Blutgerinsel. (Substantia intermedia.)

Fig. 2.

Längsdurchschnitt von dem Radius einer Taube, nach der Resection eines vier Linien langen Stückes aus der Continuität, am 13. Tage:

aaaa. der stehengebliebene Knochen;
b. nekrotisches Stück desselben, nicht durchschnitten;
cccc. aussen aufgelagerte, neue Knochenmasse;
ddd. neue Knorpelwülste;
ee. gelbe, weiche Masse, aus jungem Bindegewebe bestehend, welche sich zwischen den unteren, linken Knochenwulst, und den nekrotischen Knochen hineinschiebt;
f. eingetrocknetes Blutgerinsel. (Substantia intermedia.)
gg. in der Markhöhle gebildete, neue Knochenmasse.

Fig. 3.

Längsdurchschnitt von dem Radius einer Taube, am 34. Tage nach der Resection eines 4 Linien langen Stückes aus der Continuität:

aaaa. der stehengebliebene Knochen;
bb. neue Knochenmasse, welche die Enden des Knochens bedeckt, und den oberen Theil der Markhöhle vollständig schliesst;
c. fibröses Gewebe mit eingelagerten Knochenkernen. (Letztere sind schematisch gezeichnet.)

Fig. 4.

Vorderarmknochen von einem Kaninchen, nach der Resection eines sieben Linien langen Stückes aus der Continuität des Radius, am 84. Tage nach der Operation:

a. Ulna;
b. Radius;
cc. die mit neuer Knochenmasse bedeckten, resecirten, und mit der Ulna durch die neue Knochenmasse fest verlötheten Enden des Radius;
d. Lücke zwischen den resecirten Knochenenden.

Fig. 5.

Vorderarmknochen von einem Kaninchen, nach der Resection eines neun Linien langen Stückes aus der Continuität des Radius, am 56. Tage nach der Operation:

a. stark gekrümmte Ulna;

b. Radius;
cc. die mit neuer Knochenmasse bedeckten, und durch dieselbe mit der Ulna fest verlötheten Knochenenden;
d. neue, auf der Ulna abgelagerte Knochenmasse;
e. das durch Knochenablagerung bedeutend aufgetriebene Gelenkende der Ulna;
f. Processus condyloideus humeri;
g. Capitulum radii.

Fig. 6.

Dasselbe Präparat, in der Mitte quer, und durch verschieden geführte Schnitte der Länge nach durchsägt:
aa. Ulna;
bb. Radius;
cc. neue Knochenmasse, welche die Markhöhle des Radius vollständig verschliesst;
ddd. neue Knochenmasse, welche die Enden des Radius mit der Ulna fest verlöthet;
ee. neue, poröse Knochenmasse, welche die Auftreibung des Capitulum radii, und des Olecranon bedingt.

Fig. 7.

Längsdurchschnitt von dem Humerus eines Kaninchens, am 51. Tage nach der Resection eines fünf Linien langen Stückes aus der Diaphyse:
a. oberes Ende;
b. unteres Ende;
cccc. stehengebliebener Knochen;
dddd. neue Knochenmasse, welche aussen auf dem Knochen aufgelagert ist. Die Bildung der diploetischen Substanz ist weit vorgeschritten; der stehengebliebene Knochen ist zum Theil resorbirt;
ee. neue Knochenmasse, welche die Enden der durchschnittenen Markhöhle schliesst. An dem oberen Knochenende ist dieselbe durchbrochen, und steht mit
f. einem abgekapselten Abscesse in Verbindung, dessen Eiter auch die Markhöhle füllt. Die Verbindung ist durch eine feine Borste angedeutet;
g. fibröse Masse zwischen den Knochenenden.

Druck von Trowitzsch und Sohn in Berlin.

Taf. I.


Fig. 1

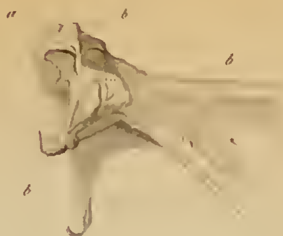

Fig. 3


Fig. 2


Fig. 6.

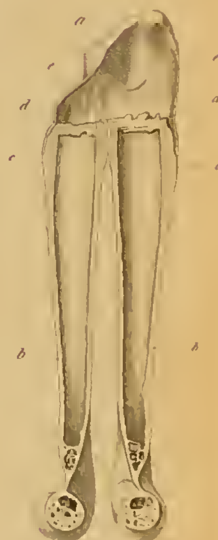

Fig. 8


Fig. 4


Fig. 5.


Fig. 7.


Fig. 9.


Fig. 10.


Fig. 12.

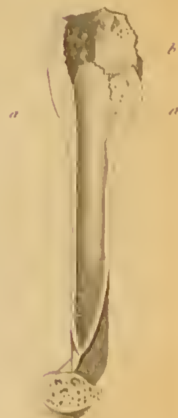

Fig. 11.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 6.

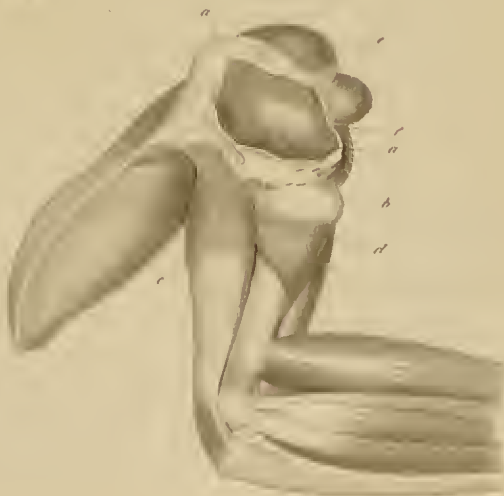


Fig. 5



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 1

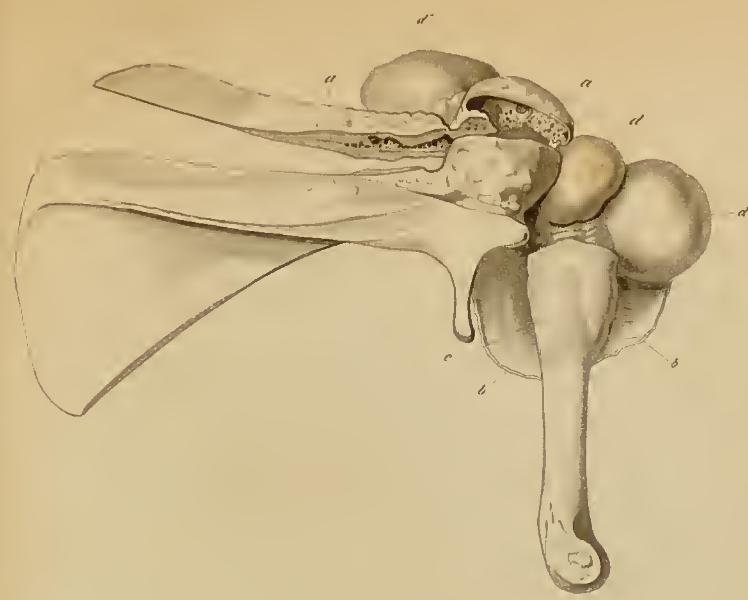


Fig. 2

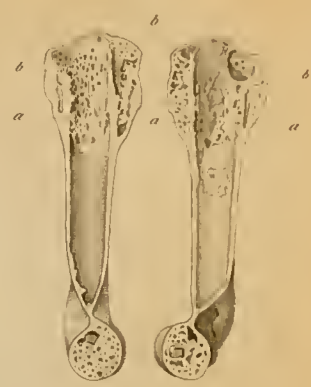


Fig. 3



Fig. 4.

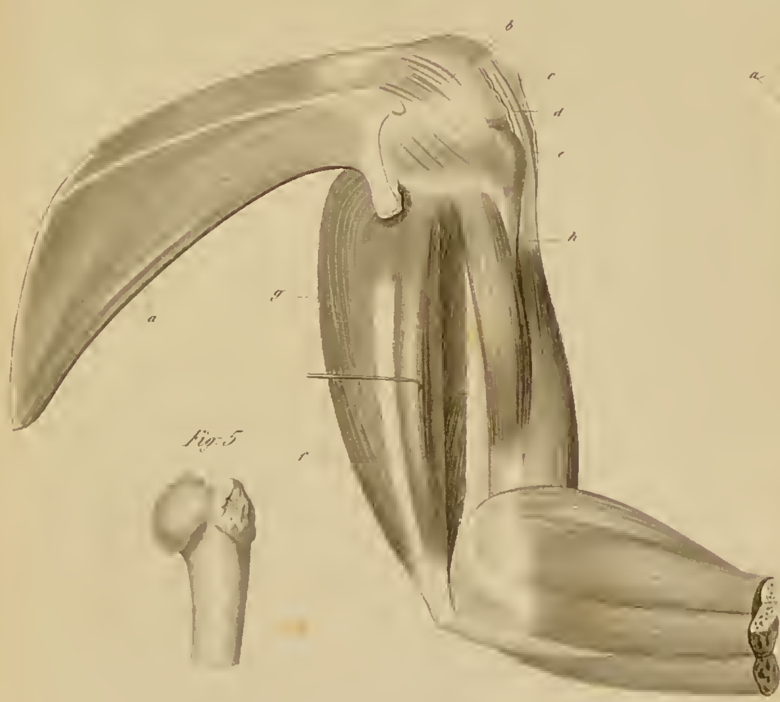


Fig. 5



Fig. 6.



Fig. 7.

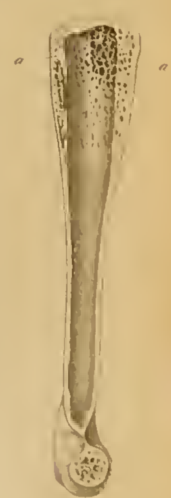


Fig 1



Fig. 2.



Fig 3.



Fig 4



Fig 5.



Fig 6.

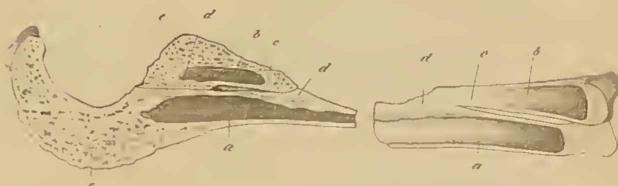


Fig. 7.

